

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Conf. dr. ing. Virgil Hila
Asist. ing. Constantin Ungureanu

Sef lucr. ing. Constantin Radu
Asist. ing. George Stoicescu

CĂI FERATE

Partea II

Suprastructura căii

INSTITUTUL DE CONSTRUCȚII
BUCUREȘTI 1975

TABLA DE MATERII

<u>Capitolul I.</u>	<u>S I N E</u>	9
I.1.	Forma șinelor. Tipul și lungimea șinelor	9
I.2.	Justificarea formei secțiunii transversale a șinei	12
I.3.	Materialul din șine. Fabricarea șinelor	17
I.4.	Utilizarea șinelor	24
<u>Capitolul II.</u>	<u>MATERIALUL MARUNT DE CALE</u>	25
II.1.	Plăci	25
II.2.	Eclise	31
II.3.	Clești	43
II.4.	Inele resort	46
II.5.	Crampoane	48
II.6.	Tirfoane	50
II.7.	Suruburi verticale	53
II.8.	Suruburi orizontale	54
II.9.	Plăci intermediare	56
II.10.	Dispozitive contra fugirii șinelor.	59
<u>Capitolul III.</u>	<u>TRAVERSELE DE CALE FERATA</u>	63
III.1.	Modul cum lucrează traversa	63
III.2.	Traversele de lemn	67
III.3.	Traversele de beton	73
<u>Capitolul IV.</u>	<u>ASAMBLAREA ELEMENTELOR COMPONENTE ALE SUPRASTRUCTURII CAII</u>	85
IV.1.	Clasificarea prinderilor	85
IV.2.	Forțele exterioare care acționează asupra prinderii	85
IV.3.	Condițiile ce trebuie să le îndeplinească o prindere	92
IV.4.	Prinderile șinelor pe traversele de lemn	93
IV.4.1.	Prinderea rigidă simplă fără placă	93
IV.4.2.	Prinderea directă	94
IV.4.3.	Prinderea semidirectă	95
IV.4.4.	Prinderea indirectă	96

IV.5. Prinderea șinelor pe traverse de beton . . .	98
IV.5.1. Prinderea directă	99
IV.5.2. Prinderea indirectă	100
IV.6. Schema de lucru a prinderii indirecte. . . .	101
IV.7. Prinderi elastice	103
IV.8. Clasificarea joantelor.	106
IV.9. Eclisarea șinelor	107
IV.9.1. Joantele șinelor tip 40.	108
IV.9.2. Joanta șinei tip 45	109
IV.9.3. Joantele șinelor tip 49	110
IV.9.4. Joantele șinelor tip 54 - B	111
IV. 10. Rezistența la eclisaj	113
IV. 11. Rostul maxim la montaj	115
IV. 12. Joantele izolante	116
<u>Capitolul V. PRISMA DE BALAST</u>	118
V.1. Alcătuirea și rolul prisme de balast . . .	118
V.2. Modul cum se comportă în timp materialul din prisma de balast	120
V.3. Materialele folosite la alcătuirea prismelor de balast	125
V.4. Utilizarea materialelor la alcătuirea prismelor de balast	126
<u>Capitolul VI. CALEA ÎN ALINIAMENT</u>	128
VI.1. Alcătuirea profilului transversal prin cale	128
VI.1.1. Inclinarea șinelor	128
VI.1.2. Lățimea căii	129
VI.1.3. Nivelul relativ între cele două fire de șină	130
VI.1.4. Elementele geometrice ale prisme de balast	130
VI.2. Poza și diagrama traverselor	131
VI.3. Comportarea căii la variații de temperatură. Stabilirea rosturilor de montaj.	137
VI.3.1. Studiul rosturilor de dilatație la supra- structuri de tip A	137
VI.3.2. Studiul rosturilor de dilatație la supra- structurile de tip B	143
VI.3.3. Condiții legate de realizarea rosturilor la C F R	148
VI.4. Modificările stării căii în timp	148

<u>Capitolul VII.</u>	<u>CALEA IN CURBA</u>	150
VII.1.	Alcătuirea căii în curbă	150
VII.2.	Lărgimea căii în curbă. Supralărgirea căii	150
VII.2.1.	Noțiuni privind vehiculele de cale ferată	150
VII.2.2.	Lărgimea căii în curbe	153
VII.2.2.1.	Lărgimea maximă admisă a căii în curbe	153
VII.2.2.2.	Lărgimea optimă a căii în curbă	154
VII.2.2.3.	Lărgimea minimă a căii în curbă	156
VII.2.3.	Condiții legate de lărgimea căii în curbă	157
VII.3.	Supraînălțarea căii. Lungimea rampei supra- înălțării	158
VII.3.1.	Generalități	158
VII.3.2.	Supraînălțarea căii determinată din condi- ția ca uzurile verticale ale celor două fire de șine să fie egale	160
VII.3.3.	Supraînălțarea determinată din condiția de confort pentru călători	162
VII.3.4.	Supraînălțarea optimă	165
VII.3.5.	Influența forței de tracțiune asupra va- lorii supraînălțării căii	165
VII.3.6.	Influența vântului asupra valorii supra- înălțării căii	166
VII.3.7.	Influența existenței resorturilor și a ex- centricității asupra valorii supraînălță- rii căii	166
VII.3.8.	Determinarea supraînălțării căii la CFR.	168
VII.3.9.	Rampa supraînălțării	169
VII.3.10.	Viteza maximă de circulație în cuprinsul curbei circulare	173
VII.3.11.	Viteza maximă de circulație la intrarea sau ieșirea din curbă	174
VII.4.	Curbe de racordare	176
VII.4.1.	Generalități	176
VII.4.2.	Condiții generale pe care trebuie să le îndeplinească curbele de racordare	176
VII.4.3.	Stabilirea ecuației curbei de racordare	181

VII.4.3.1.	Stabilirea ecuației curbei de racordare avînd rampa supraînălțării liniară. Elementele pentru trasarea acestor curbe . . .	183
VII.4.3.2.	Stabilirea ecuației curbei de racordare corespunzătoare variației în "S" a rampei supraînălțării. Elemente pentru trasare.	187
VII.4.4.	Determinarea lungimii curbei de racordare	188
VII.5.	Asigurarea echerului la joante	189
VII.6.	Racordarea a două linii paralele.	191
VII.6.1.	Racordarea alcătuită din două curbe circulare, fără supraînălțări, fără curbe de racordare, cu aliniament intermediar	192
VII.6.2.	Racordarea alcătuită din două curbe circulare înzestrate cu supraînălțări și racordări parabolice, fără aliniament intermediar	193
titolul VIII.	RETRASAREA CURBELOR	195
VIII.1.	Generalități	195
VIII.2.	Date culese de pe teren	196
VIII.3.	Metoda diagramei unghiurilor.	197
VIII.3.1.	Noțiunea de diagramă a unghiurilor.	197
VIII.3.2.	Diagrama unghiurilor pentru curbe nedefinite	198
VIII.3.3.	Diagrama unghiurilor pentru curba existentă	200
VIII.3.4.	Determinarea ripărilor.	202
VIII.3.5.	Scările folosite la întocmirea diagramei unghiurilor și diagrama sumelor	203
VIII.3.6.	Alegerea liniei proiectului în diagrama unghiurilor	205
VIII.3.7.	Folosirea liniei de referință	207
VIII.3.8.	Construirea diagramei unghiurilor cu săgeți reduse	210
VIII.4.	Aplicarea ripărilor calculate pe teren.	210
titolul IX.	CALCULUL SUPRASTRUCTURII CAILI	211
IX.1.	Neregularități la cale și la roțile materialului rulant	211
IX.2.	Determinarea rigidității șezemului de sub talpa sinai	215

IX.3.	Sina considerată grindă continuă așezată pe reazeme elastice punctiforme acționată de sarcini concentrate aplicate static. Determinarea momentului încovoietor în șiră a sarcinii transmise reazemului și a tasării reazemului	220
IX.4.	Sina considerată grindă continuă pe mediu elastic încărcată de sarcini concentrate verticale aplicate static. Determinarea momentului încovoietor în șină, a tasărilor șinei și a sarcinii transmise traverselor.	222
IX.5.	Verificarea șinei de cale ferată sub încărcarea dată de convoi	226
IX.6.	Calculul solicitărilor la traversele de cale ferată	230
<u>Capitolul X.</u>	<u>CALEA FARA JOANTE</u>	238
X.1.	Noțiuni de cale ferată fără joante	238
X.2.	Procedee de sudură	238
X.2.1.	Sudură aluminotermică.	239
X.2.2.	Sudură prin contact electric și presiune	240
X.3.	Procesul tehnologic de realizare a căii fără joante	241
X.4.	Comportarea reazemului de sub talpa șinei	245
X.4.1.	Comportarea reazemului la solicitări în lungul căii în cazul liniei neîncărcate de convoi	245
X.4.2.	Comportarea reazemului la solicitări în lungul căii în cazul liniei neîncărcate de convoi dar supusă la vibrații și comportarea reazemului în cazul liniei încărcate de convoi	246
X.4.3.	Factorii care influențează rezistența balastului la deplasarea traverselor în lungul căii	247
X.4.4.	Rezistența opusă de reazem la deplasarea laterală a căii	248
X.5.	Stabilitatea căii fără joante	248
X.5.1.	Procesul pierșerii stabilității căii	249.

<u>Capitolul</u>	<u>XI. APARATE DE CALE</u>	254
	XI.1. Clasificarea aparatelor de cale.	254
	XI.2. Schimbătorul simplu	256
	XI.2.1. Părțile principale ale unui schimbător simplu	256
	XI.2.2. Situația în plan a liniilor din cuprinsul schimbătorului. Clasificarea schimbătoarelor simple	259
	XI.2.2.1. Schimbătoarele drepte	259
	XI.2.2.2. Schimbătoare de cale curbate	260
	XI.2.3. Condiții privind asigurarea circulației în cuprinsul schimbătoarelor de cale	262
	XI.2.4. Macazul	265
	XI.2.4.1. Contrasece	265
	XI.2.4.2. Ace	266
	XI.2.4.2.1. Realizarea articulației de la călcîiul acului	269
	XI.2.4.2.2. Prelucrarea acelor	272
	XI.2.4.2.3. Fixătoare de macaz. Unele aspecte în legătură cu manevrarea acelor.	278
	XI.2.4.2.4. Asamblarea elementelor componente ale macazului	283
	XI.2.5. Inima de încrucișare.	288
	XI.2.5.1. Noțiuni ajutătoare și elemente geometrice	288
	XI.2.5.2. Prezentarea elementelor componente ale inimii de încrucișare și asamblarea lor	294
	XI.2.6. Dispoziția traverselor în cuprinsul schim- bătorului	299
	XI.2.7. Elementele prin care se caracterizează un schimbător de cale. Reprezentarea schemati- că a schimbătoarelor. Date privind dimensi- unile geometrice principale ale schimbătoa- relor simple.	300
	XI.3. Traversări simple. Traversări cu joncțiune. Bretele	302
	XI.4. Utilizarea aparatelor de cale	308
<u>Capitolul</u>	<u>XII. STATII DE CALE FERATA</u>	310
	XII.1. Amenajări dispuse în lungul liniei. Felul Punctelor de secționare	310
	XII.2. Stații intermediare	315
	XII.2.1. Probleme generale	315

XII.2.2. Prezentarea unor scheme de stații intermediare	319
XII.3. Stații tehnice	323
XII.3.1. Probleme generale în legătură cu activitățile desfășurate în stațiile tehnice.	323
XII.3.2. Scheme de stații tehnice	325
XII.4. Stații de triaj	329
XII.5. Stații de mărfuri	336
XII.6. Stații de călători în stații tehnice de călători	340
XII.7. Elemente pentru proiectarea stațiilor de cale ferată	342
XII.7.1. Lungimea utilă și de construcție a liniilor .	342
XII.7.2. Distanța dintre linii în stații	347
XII.7.3. Diagonale	350
XII.7.3.1. Legături între două linii paralele	350
XII.7.3.2. Legarea mai multor linii paralele.	355
XII.7.4. Amplesarea aparatelor de cale la proiectarea capetelor de stație	360
XII.7.4.1. Poziția relativă între aparatele de cale . .	360
XII.7.4.2. Curbele din vecinătatea aparatelor de cale .	362
XII.7.5. Trasarea capetelor de stație	364
XII.7.6. Etapele de lucru la rezolvarea capetelor de stație	365
XII.7.7. Alegerea tipului de suprastructuri pentru liniile din stație	366
XII.7.8. Colectarea și evacuarea apelor din precipitații	367
B i b l i o g r a f i e	370

Capitolul I

S I N E

I.1. Forma șinelor. Tipul și lungimea șinelor

Forma profilului transversal al șinei de cale ferată a evoluat timp, ca rezultat al unor îndelungate cercetări și experimentări, ajungându-se în prezent la generalizarea formei Vignole.

Într-o primă etapă șina a avut o secțiune în formă de "U" (fig.I.1) și se fixa cu ajutorul șururilor pe longrine de lemn. Bandajele roților cilindrice și rula în cele două jgheaburi formate de aceste șine. S-a renunțat la această soluție deoarece apăreau forțe de frecare foarte mari, trecându-se la șine de formă unor corniere și se fixa de asemenea prin cuie pe longrine (fig.

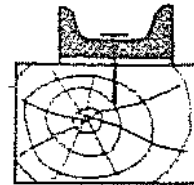


Fig.I.1. Șină cu secțiune "U"

Aceste sisteme aveau dezavantajul că nu asigurau menținerea lărgimii căii. S-au utilizat apoi alte forme: șine scurte alcătuite din arcă, inimă și tălpi numai la capete, pentru prinderea de traverse (fig.I.3); șine cu arca dublă, care se fixează pe traverse în intermediul unor cuzineți în care șinele se prind cu ajutorul panelor de lemn (fig.I.4).

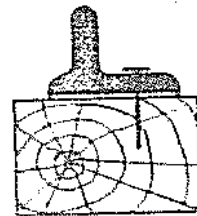


Fig.I.2. Șină cu secțiunea în formă de cornieră

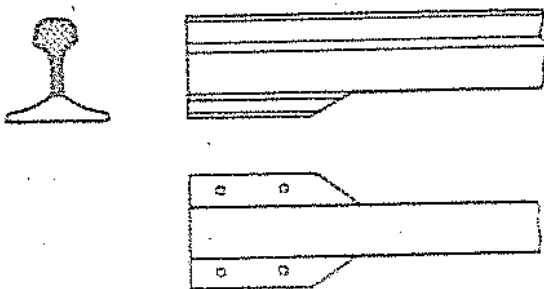


Fig.I.3. Șină alcătuită din ciupercă și inimă



Fig.I.4. Șină cu ciuperca dublă

Șinele de formă Vignole (fig.I.5) au secțiunea transversală alcătuită din trei părți: o parte superioară numită ciupercă, o parte intermediară numită tălpă și o altă intermediară denumită inimă.

La ciuperca șinei se disting următoarele elemente :

- suprafața de rulare, care - la șinele moderne - este realizată dintr-un minier de soț cu trei raze;

- fețele laterale ale ciupercii șinei;
- umerii ciupercii șinei (fețele inferioare), care se racordează cu fețele laterale ale ciupercii și cu inima prin arce de cerc.

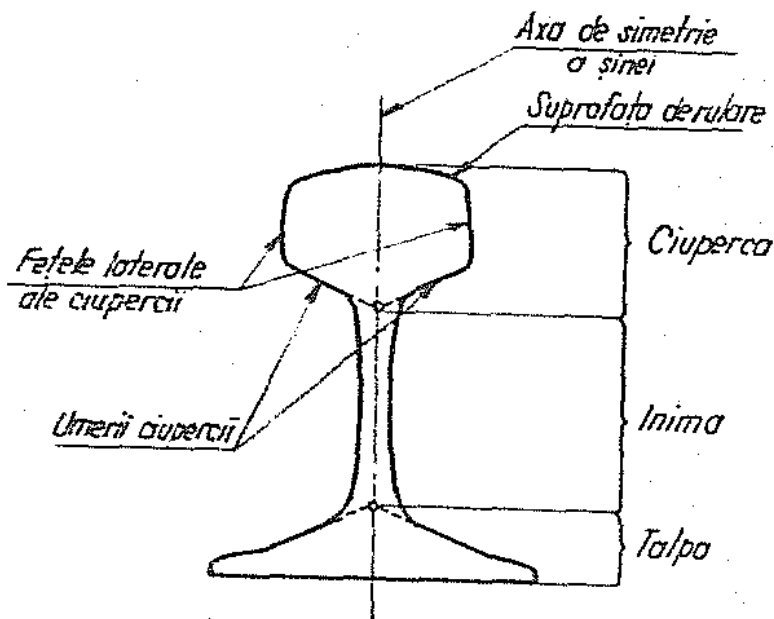


Fig. 1.5. Șina Vignole

Talpa șinei este plană la partea inferioară, iar partea superioară este formată din două sau mai multe planuri racordate între ele.

Inima șinei este cuprinsă între linia de intersecție a umerilor ciupercii șinei și linia de intersecție a fețelor superioare ale tălpii șinei. Fețele laterale ale inimii pot fi plane sau puțin curbate.

Șinele de cale ferată se identifică prin tipul lor.

Tipul reprezintă, de regulă, greutatea unui metru liniar din șina respectivă, măsurată în kgf în sistemul MKfS (sistemul tehnic), sau masa unui metru liniar de șină, exprimată în kg, în sistemul MKS (SI). Greutatea, sau masa, unui metru liniar de șină se determină considerând că oțelul obișnuit pentru șine are, în medie, greutatea specifică/de $7,85 \text{ kgf/dm}^3$, respectiv densitatea medie de $7,85 \text{ kg/dm}^3$. Tipul șinei reprezintă numeric valoarea rotunjită a greutății sau masei unui metru liniar.

Din punct de vedere al tipului, șinele de cale ferată se clasifică astfel :

- șine ușoare, care au masa pe metru liniar sub 18 kg;
- șine medii, cu masa pe metru liniar cuprinsă între 18 kg și 30 kg inclusiv;
- șine grele, care au masa pe metru liniar mai mare de 30 kg.

Pe rețeaua de cale ferată din țară sînt aproximativ 90 de tipuri de șine. Dintre tipurile de șine grele sînt standardizate următoarele: tip 40 (STAS 2954-70) și tip 49 (STAS 2953-70).

În tabelul I.1 sînt prezentate cîteva elemente și caracteristici mai importante pentru șinele tip 40, 45, 49, 54 E și 60 (ultimile două tipuri au fost introduse recent în rețea).

Tabelul I.1

Elementul. Caracteristica	T i p u l ș i n e i				
	40	45	49	54 E	60
Înălțimea șinei, h (mm)	130	144	149	161	172
Lățimea tălpii șinei d (mm)	115	110	125	125	150
Lățimea suprafeței de rulare, a (mm)	64	72	66,8	67	72
Greutatea pe metru liniar, G (kgf/ml)	40	45,05	49,43	54,03	60,34
Aria secțiunii transversale A (cm ²)	50,955	57,39	62,97	68,83	76,86
Distanța de la fața inferioară a tălpii șinei la centrul de greutate, y _G (mm)	63,5	73	73,3	77,10	80,95
Moment de inerție în raport cu axa principală orizontală, I _{xx} (cm ⁴)	1144,4	1582,9	1819	2325,34	3055
Moment de inerție în raport cu axa principală verticală, I _{yy} (cm ⁴)	184	259,1	320	348,99	512,9

Lungimea șinelor, ce se livrează conform STAS, corespunde la temperatura din șine de + 20°C.

În conformitate cu STAS-urile pentru șine grele (STAS 2954-70 și STAS 2953-70) sînt trei categorii de lungimi :

- lungimi normale;
- lungimi subnormale;
- lungimi speciale.

În prima categorie sînt cuprinse și șinele cu lungimea normală scurtată, folosite în curbe pe firul interior, pentru realizarea joantelor aproximativ la echer (vezi capitolul VII).

Șinele cu lungimi speciale intră în alcătuirea aparatelor de cale și se livrează pe bază de comenzi speciale, la înțelegere între beneficiar și uzina produsătoare.

În tabelul I.2 sînt date lungimile normale, normale scurtate și subnormale care sînt standardizate.

Tabelul I.2

L u n g i m e a. (m)				
Normală	Normală scurtată			Subnormală
15	14,93	14,87	-	de la 10 m inclusiv
22,5	22,445	22,39	22,333	în sus, din metru în
30	29,90	29,80	29,70	metru, pînă la lungi-
				mea comandată.

I.2. Justificarea formei secțiunii transversale a șinei

Secțiunea transversală a șinei este determinată, în principal, de forțele dinamice verticale, care solicită șina la încovoiere, ca pe o grindă continuă pe reazeme elastice. În general, secțiunea șinei este dimensionată la încovoiere sub acțiunea sarcinilor dinamice verticale; secțiunea astfel obținută se verifică la solicitările produse de celelalte forțe și apoi este sporită, ținând seama de uzura care se produce pe durata normală de exploatare. Într-o secțiune transversală prin șină, materialul trebuie să astfel repartizat, în-
sît să rezulte un profil optim din punct de vedere al rezistenței (avînd în vedere și fenomenul de oboseală) și al duratei de serviciu, folosind o cantitate minimă de material.

La șinele de formă Vignole, materialul este distribuit astfel: în ciuperca șinei $\sim 45\%$; în talpă $\sim 35\%$; în inimă $\sim 20\%$. Există preocuparea de a se spori procentul de metal din talpă, deoarece prin răcirea neuniformă, după laminare, talpa șinei fiind mai subțire se răcește mai repede, se contractă și provoacă încovoiere șinei (fig. I. 6).

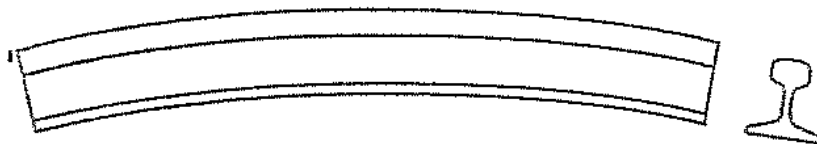


Fig. I.6. Încovoierea șinei la răcire

Folosind anumite dispozitive, șinele încovoiate din cauza răcirii neuniforme, se pot îndrepta la rece, rămînînd însă cu eforturi inițiale mari. Pentru a elimina încovoierea șinelor răcirii lor se poate realiza pe mese încălzite în mod special. Repartizarea rațională a metalului în șină este dictată și de alte numeroase considerații tehnico-economice. În cele ce urmează se vor arăta care sînt factorii care determină forma și mărimea elementelor componente ale profilului transversal al șinei.

Ciuperca șinei poate avea diferite forme, care au evoluat în decursul timpului. Astfel fețele laterale ale ciupercii pot fi :

- înclinate - cu evazare spre partea superioară, rezultând ciuperca în formă de pară (fig. I.7 a);
- verticale (fig. I.7 b);
- înclinate - cu evazarea ciupercii spre partea inferioară (fig. I.7 c).

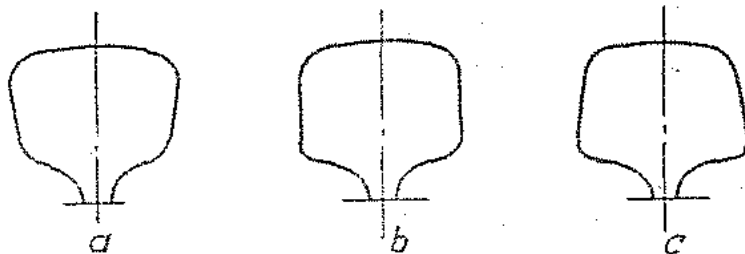


Fig. I.7. Formele ciupercii șinei

Forma de pară (fig. I.7 a), prezintă avantajul unei distribuții raționale a materialului din punct de vedere al solicitării șinei la încovoiere la sarcini verticale (moment de inerție mare, cu consum mic de material). În acest caz, umerii sînt reduși, fapt ce conduce la o fixare mai dificilă a ecliselor la joante.

Forma din fig. I.7 c, prezintă dezavantaj din punct de vedere al distribuției materialului, dar rezemarea ecliselor se realizează în condiții mai bune.

Uniunea Internațională a Căilor Ferate (U.I.C) recomandă profilul din fig. I.7 a.

În țara noastră, dintre tipurile standardizate, șina tip 40 are ciuperca în forma din fig. I.7 b, iar șina tip 49, în forma din fig. I.7 a; șinele tip 54E și 60 au forma din fig. I.7 c.

Suprafața de rulare a șinei este curbă, iar valoarea razei trebuie să asigure transmiterea centrică a forțelor verticale aduse de bandaje la șine și, în același timp, să conducă la presiuni locale de contact, dintre bandaj și ciupercă, cît mai mici. Din primul considerent rezultă necesar ca raza curbei suprafeței de rulare să fie cît mai mică, iar din cel de-al doilea să fie cît mai mare.

Din măsurătorile făcute la șinele în exploatare s-a constatat că raza de curbura a suprafeței de rulare este de 200-300 mm indiferent de valoarea razei pe care a avut-o șina nouă.

La șinele grele, pentru partea superioară a ciupercii șinei, U.I.C. recomandă un profil în formă de miner de aș (fig. I.8).

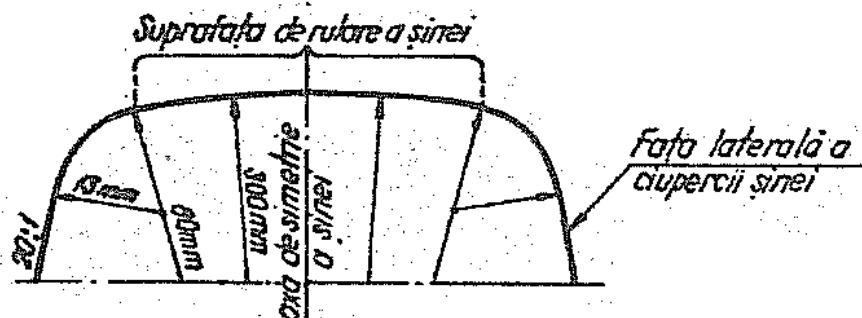


Fig. I.8. Profilul părții superioare a ciupercii șinei recomandată de U.I.C.

Racordarea între suprafața de rulare și fețele laterale ale șinei, se realizează cu raze având valoarea cu 1-2 mm mai mici decât raza curbei de racordare dintre suprafața de rulare a bandajului și buza acestuia.

Fețele laterale și umerii ciupercii șinei se racordează cu raze în jur de 2 mm. Aceste raze nu trebuie să fie prea mici pentru a nu da naștere la concentrări de eforturi, iar pe de altă parte, nu trebuie să fie nici prea mari, pentru a nu reduce din suprafața de rezemare a eclisei.

Umerii ciupercii șinei și fețele superioare ale tălpii constituie suprafețe de rezemare a ecliselor. Pentru ca eclisele să asigure continuitatea suprafețelor de rulare și a fețelor laterale active ale șinelor, este necesar ca ele să prezente în permanență pe umerii ciupercii și pe fețele superioare ale tălpii, adică să lucreze ca niște pene.

Acest mod de lucru este asigurat atât timp cât între inima șinei și eclisă există un joc ϵ (fig. I.9) și cât timp în șuruburile orizontale, care prind eclisele, există forțe de întindere. Din aceste considerente, se recomandă ca înclinarea umerilor ciupercii șinei și a fețelor superioare ale tălpii, să fie cât mai mare, deoarece în acest caz, prin uzura metalului de la contactul dintre eclisă și șină, intervalul ϵ se măsoarează mai lent.

Cu cât înclinarea $1:m$ este mai mare, cu atât intervalul ϵ se măsoarează mai lent. Când ϵ devine zero, strângerea șuruburilor nu mai poate asigura contactul între eclisă, umerii și respectiv fețele superioare ale tălpiilor șinei, dispărând ca urmare frecarea dintre acestea.

În același timp se recomandă ca înclinarea 1:m să fie cât mai mare deoarece:

- se realizează un profil de șină mai economic, întrucât cu aceeași cantitate de material pentru ciuperca șinei și aceeași înălțime a ei, se obține o secțiune a ciupercii mai mare în zona cu solicitări maxime rezultate din încovoiere;

- se realizează o trecere mai favorabilă de la secțiunea mare a ciupercii, la secțiunea redusă a inimii.

Inclinarea 1:m are valoarea 1:4 la șina tip 40, 1:3 la șina tip 49 și 1:2,75 la șinele tip 54 și tip 60.

Inima șinei poate avea suprafețe plane paralele (fig.I.10 a), concave (fig.I.10 b), sau plane-paralele cu lungime limitată în zona centrală a înălțimii ei (fig.I.10 c).

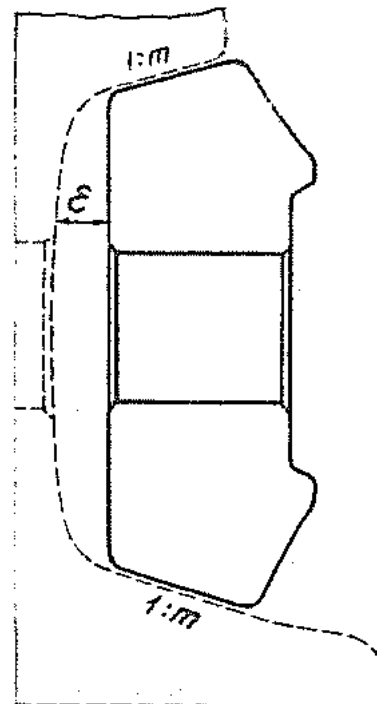


Fig.I.9. Spațiul dintre eclisă și inima șinei pentru a asigura ca eclisa să lucreze ca o pană.

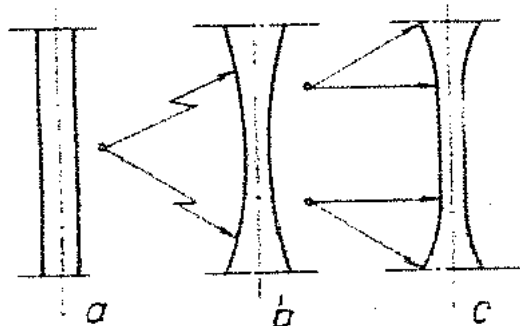


Fig.I.10. Formele inimii șinei

Din punct de vedere al modului cum lucrează eclisele la joante, sînt preferate formele din fig.I.10b) și c) deoarece permit existența unui spațiu între eclisă și inima șinei, evitînd lipirea lor, cu consecințe defavorabile privind asigurarea continuității suprafeței de rulare și a fețelor laterale active.

De asemenea formele din fig.I.10 b) și c) au avantajul că asigură variație lină de la grosimea ciupercii la grosimea inimii și de la cea a inimii la lățimea tălpii, iar procesul de răcire după laminare variază mai lent pe înălțimea șinei. Aceste forme au însă dezavantajul că reduc suprafețele de rezemare ale ecliselor.

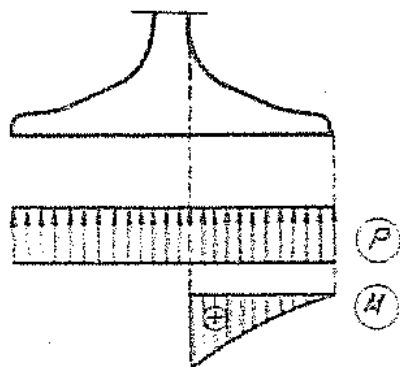
Șina tip 40 are inima concavă cu raza curbei de 300 mm, șina tip 45 are fețele laterale ale inimii paralele, șinele tip 49 și 60 au pereții inimii verticali în zona centrală, pe o porțiune de 30-32 mm și se racordează cu ciuperca și talpa cu arce de cerc având raza de 80-120 mm, iar șina tip 54 E are fețele laterale concave cu raza de 508 mm.

Grosimea minimă a inimii variază de la un tip de șină la altul (de la 13 mm la tipul de șină 40, la 16,5 mm la tipul de șină 60).

Talpa șinei are rolul de a transmite încărcarea la reazemul de sub ea, de a asigura realizarea prinderii de traversă prin intermediul materialului mărunt metalic și de a asigura stabilitatea șinei la răsturnare. De aici rezultă că fața inferioară a tălpii șinei trebuie să fie plană.

Datorită simetriei ecliselor, partea superioară a tălpii șinei, pe porțiunea de rezemare a acestora, are aceeași înclinare ca și umerii ciupercii șinei.

Lățimea tălpii șinei rezultă din condiția ca presiunile unitare asupra reazemului să nu fie prea mari și din condiția de a asigura stabilitatea șinei la răsturnare.



Când între talpa șinei și traversa de lemn se interpun plăci metalice, este înlăturat pericolul de strivire a lemnului din corpul traversei, iar lățimea tălpii se determină din condiția de stabilitate la răsturnare.

Grosimea tălpii șinei se recomandă a fi variabilă și datorită faptului că este sollicitată la încovoiere, ca o consolă încastrată (fig.I.11).

Fig.I.11. Sollicitarea la încovoiere a tălpii șinei

Racordările folosite între inimă și talpă și în lungul conturului tălpii, sînt dictate de condiția de a nu avea concentrări de eforturi și de asigurare a posibilității de laminare.

Multe din condițiile cerute de o formă rațională a unei secțiuni transversale prin șină sînt contradictorii, încît pentru fiecare tip de șină au fost necesare experimentări numeroase și îndelungate pentru a găsi soluția optimă.

Indicii de calitate mai importanți pentru un profil de șină sînt următorii :

- a/ - $\frac{d \text{ (lăţimea tălpii)}}{h \text{ (înălţimea şinei)}}$
- b/ - $\frac{I_{xx} \text{ (momentul de inerţie)}}{G \text{ (tipul şinei)}}$
- c/ - $\frac{W_{xx} \text{ (modulul de rezistenţă)}}{A \text{ (aria secţiunii)}}$

Forma secţiunii transversale prin şină este cu atât mai bună cu cât aceşti indici au o valoare mai mare.

La noi în ţară tipul cel mai greu de şină este 60; pe plan mondial se utilizează tipuri şi mai grele (77 în SUA, 75 în URSS).

1.3. Materialul din şine. Fabricarea şinelor

Şinele de cale ferată sînt confecţionate din oţel-carbon. Datorită condiţiilor complexe de solicitare a şinelor de cale ferată, oţelul folosit pentru fabricarea lor trebuie să posede anumite proprietăţi. Avînd în vedere acest fapt, cu toate progresele realizate în metalurgie, problema compoziţiei chimice a oţelului din şine nu poate fi considerată rezolvată şi ca urmare administraţiile de cale ferată efectuează în permanenţă experimentări, pentru obţinerea unor oţeluri de calitate superioară, cu o compoziţie chimică optimă.

Ținînd seama de modul de solicitare în exploatare, oţelul din şinele de cale ferată trebuie să aibă o astfel de compoziţie chimică şi structură, încît să fie respectate următoarele condiţii :

- şinele să fie cît mai rigide, pentru ca săgeţile - care apar prin încovoierea lor, sub acţiunea sarcinilor verticale provenite de la materialul rulant - să fie cît mai mici ;

- şinele să fie cît mai elastice, pentru a preveni ruperea lor sub acţiunea sarcinilor dinamice;

- suprafaţa de rulare să fie cît mai dură, pentru sporirea duratei de serviciu a şinelor, avînd în vedere presiunile foarte mari la contactul dintre şine şi roţi, precum şi uzura materialului datorită circulaţiei intense;

- materialul din şină trebuie să fie cît mai tenace, pentru prevenirea ruperilor casante sub acţiunea şocurilor;

- suprafaţa de rulare a şinei să fie cît mai rugoasă; pentru ca forţa de aderenţă dintre şine şi roţile motoare ale locomotivei să fie cît mai mare;

- suprafaţa de rulare a şinei să fie cît mai netedă, pentru ca rezistenţa specifică de rulare a vagoanelor să fie cît mai mică;

- duritatea oțelului din șine să fie într-un anumit raport cu duritatea oțelului din bandaje, deoarece în caz contrar șinele sau bandajele roților se vor uza timpuriu în exploatare.

Rezultă că materialul din șine trebuie să prezinte în același timp o serie de proprietăți contradictorii.

În STAS 1900-67, precum și în recomandările U.I.C., sînt prescrise limitele în care pot intra, în compoziția chimică a materialului, diferite elemente chimice de adaos, astfel încît să se obțină oțeluri cu proprietăți corespunzătoare pentru șinele de cale ferată.

La oțelul pentru șine, ca elemente chimice mai importante se întîlnesc: carbonul, manganul, siliciul, fosforul și sulfurul.

Introduse în limitele prescrise în compoziția chimică a oțelului, elementele arătate conferă acestuia o serie de proprietăți. Astfel: carbonul îi mărește rezistența și duritatea; manganul sporește densitatea și asigură tenacitatea oțelului; siliciul sporește duritatea și rezistența la uzură; iar fosforul și sulfurul au influențe dăunătoare, deoarece fosforul, în cantitate mare, face șina casantă la rece, iar sulfurul, în cantitate mare, face șina casantă la cald.

Calitatea oțelului poate fi mult îmbunătățită, dacă se adaugă în compoziția sa chimică și alte elemente decît cele arătate anterior, cum ar fi: crom, nichel, titan, vanadiu. Cromul în special influențează mult calitatea oțelului, prin sporirea rezistenței la uzură. Prin folosirea acestor elemente de adaos, însoțite de procedee de fabricație corespunzătoare se obțin oțeluri superioare, dar scumpe.

Asupra calității oțelului din șine, o influență deosebită o are și structura metalului. Micrografia, reprezintă analiza structurii metalului la microscop, pe eșantioane pregătite în mod special și dă o imagine a microstructurii oțelului.

Examinînd microstructura oțelului din șine, se constată că cei mai importanți compuși ai acestuia sînt: perlita, care are o culoare închisă și ferita, de culoare deschisă. Ferita reprezintă fierul propriu-zis, iar perlita rezultă din amestecul feritei cu carbura de fier (Fe_3C), numită și cementită. În structura perlito-feritică, ferita reprezintă partea cea mai moale, iar oțelul obținut este de calitate bună dacă cristalele de ferită și perlită sînt fine și distribuite omogen. Peste temperatura de $+723^\circ\text{C}$, cementita din perlită se află dizolvată în ferită. ^{Dacă} de la această temperatură, se face o răcire lentă, se obține o structură perlito-feritică; dacă răcirea se face brusc se obține martensita, care este dură și foarte casantă; iar dacă răcirea se face cu o viteză intermediară se

obține o structură sorbitică, care conferă oțelului rezistență mare și tenacitate.

Rezultă că procesul tehnologic de răcire cel mai bun este acela în urma căruia rezultă o structură sorbitică.

Oțelul-carbon pentru șinele de cale ferată se elaborează prin procedeele Siemens-Martin, Bessemer, Thomas, sau electric.

Conținutul unui cuptor (furnal) - după elaborarea oțelului prin unul din procedeele arătate anterior - constituie o șarjă și este descărcat în una sau două oale de turnare.

Oțelul din oale este turnat apoi în lingotiere, unde se lasă să se solidifice, rezultând lingoul.

Lingotierele sînt niște forme metalice, în care se toarnă oțelul lichid. Uneori, lingotierele se așază pe o platformă din fontă, denumită pod de turnare. Deasupra lingotierei (fig.I.12) se așază un prelungitor denumit maselotă, care are rolul de a limita formarea crăpăturii (retasurii) - datorită contracțiilor de volum în procesul de răcire - numai pe înălțimea ei.

Partea superioară a lingoului unde apare retasura se îndepărtează prin tăiere, operație ce poartă numele de șutaj.

Lingoul pentru oțelul de șină, are forma unui trunchi de piramidă, cu secțiunea pătrată, avînd baza mare la partea superioară (fig.I.12).

După scoaterea lingourilor din lingotiere - operație ce poartă numele de stripare - și după răcire, acestea sînt dirijate mai departe către laminoare, pentru a fi prelucrate la forma dorită.

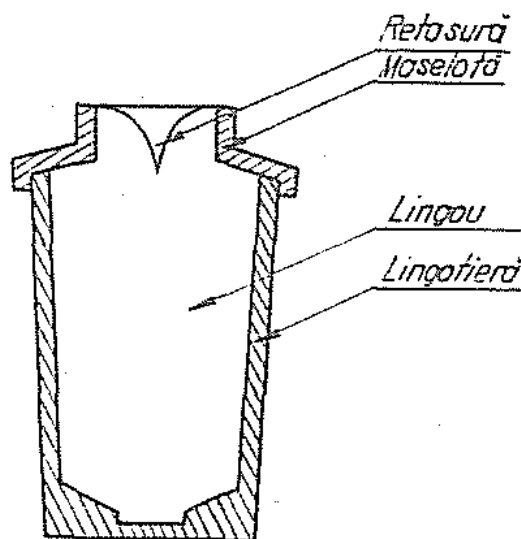


Fig.I.12. Lingotiera și lingoul

Înainte de a intra în operația de laminare, lingourile sînt încălzite în cuptoare speciale la temperatura de 1150-1200°C, pentru a căpăta plasticitatea necesară laminării.

Operația de laminare a șinelor se efectuează în două faze. Într-o primă fază lingourile sînt transformate în blumuri, cu secțiunea de 180 x 180 mm sau 200 x 200 mm, prin aproximativ 20 de treceri printr-un laminor puternic, denumit bluming. În faza a doua, blumurile reîncălzite la temperatura arătată anterior, trec prin

mai multe caje și calibre ale laminorului (fig. I.13), de șapte sau nouă ori, începând de la ultima secțiune pătrată.

La sfârșitul laminării, temperatura trebuie să fie de 850 - 900°C, deoarece dacă este prea scăzută se produce ecrusarea oțelului, iar dacă este prea mare se obține o structură grosolană, ambele cazuri influențând negativ proprietățile mecanice.

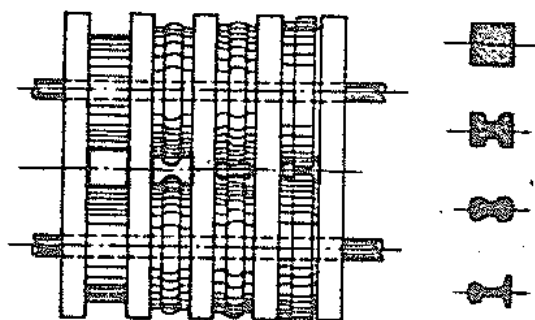


Fig. I. 13. Laminor

Odată cu laminarea, șinele se marchează. Marcarile prin laminare, se face în funcție de tipul de șină; la șinele grele și medii se imprimă mai multe date decât la cele ușoare. La tipurile medii și grele, când șina a ajuns la forma definitivă și trece prin ultimul calibrul al cilindrului laminorului, se imprimă în relief, pe inimă; emblema uzinei producătoare; tipul șinei; anul fabricației; procedeul de elaborare al oțelului; precum și o săgeată, pe partea opusă, paralelă cu axa șinei, al cărui vîrf arată direcția unde se găsește mase-lota, adică acea parte unde oțelul ar putea avea mai multe defecte din turnare.

Șina laminată, este apoi tăiată la lungimile prescrise, cu ajutorul unor fierăstrele circulare și totodată se face marcarea prin poansonare la cald. Aceasta constă în marcarea cu ajutorul unui ciocan, la 1...4 m de capătul șinei, a unor semne reprezentînd : numărul șerjei; numărul lingoului; și o literă (A, B, C, ..., Z), indicînd poziția șinei față de maselotă. Litera A reprezintă prima șină tăiată dintr-un lingou, după care urmează șinele B, C etc. iar ultima șină se notează cu Z și provine din piciorul lingoului laminat.

În figura I.14 este dat un exemplu de marcarea a unei șine prin laminare și poansonare la cald.

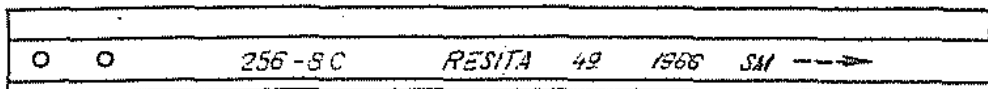


Fig. I.14. Exemplu de marcarea a șinelor

După tăiere, șinele sînt transportate și depuse pe platforma de răcire, lipite unele de altele, cu ciuperca de talpă, sau sînt depuse în gropi speciale de răcire. Acest lucru se face cu scopul de a atenua deformarea șinelor prin curbare, fenomen ce apare ca urmare a răcirii neuniforme (datorită suprafeței mai mari și a materialului mai puțin, talpa șinei se răcește mai repede).

Procesul tehnologic de răcire a șinelor laminate, trebuie astfel organizat, încît să se obțină o structură perlito-feritică sau sorbitică.

În funcție de: caracteristicile mecanice; compoziția chimică; abaterile admise la dimensiuni; forma suprafețelor etc., STAS 1900-57 clasifică șinele în două calități.

Șinele de calitate I-a au rezistența la tracțiune $\sigma_r \geq 70 \text{ kgf/mm}^2$, iar alungirea minimă la rupere 14%.

Șinele de calitate a II-a au rezistența la tracțiune $\sigma_r \geq 60 \text{ kgf/mm}^2$, iar alungirea minimă la rupere 8%.

După răcire șinele sînt îndreptate cu ajutorul unor mașini cu role, apoi sînt trecute pe căi de rulare la mașinile de frezat și găurit.

Pentru legarea lor la joante - asigurîndu-se în acest fel continuitatea căii de rulare-șinele se livrează cu găuri de eclisare, exceptînd șinele din alcătuirea aparatelor de cale și pe cele necesare realizării căii fără joante.

Diametrul găurilor practicate în inima șinelor, diametrul găurilor din eclise și diametrul șuruburilor orizontale, sînt corelate pentru realizarea rostului de montaj (vezi Cap.IV).

Diametrele găurilor de eclisare pentru șinele grele tip 40, 45, 49, 54-B și 60 sînt de 27,5; 30 sau 33 mm, în funcție de tipul șinei și lungimea ei.

Pentru reducerea concentrărilor de eforturi și îndepărtarea microfisurilor ce apar la găurire, muchiile găurilor de eclisare se teșesc la 45° pe o adîncime de 1-1,5 mm (fig.I.15).

După găurire, șinele sînt depozitate pe prisinri de control, pentru a fi recepționate, ca aspect și dimensional, făcîndu-se totodată și marcarea prin poansonare la rece.

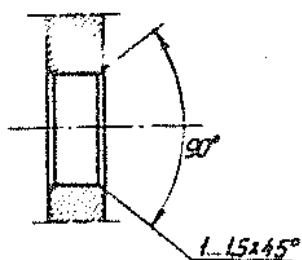


Fig. I.15. Prelucrarea găurilor de eclisare.

Această operație, constă în bătarea în secțiunea transversală a șinei, la capăt, a unui semn al recepției și controlului uzinei și uneori un semn al recepționarului din partea beneficiarului.

Sinele de calitate a II-a se marchează cu o gaură cu diametrul de 10 mm și adâncimea de 5 mm, în secțiunea transversală a șinei, la capăt, în partea de sus a ciupercii (fig. I.16).

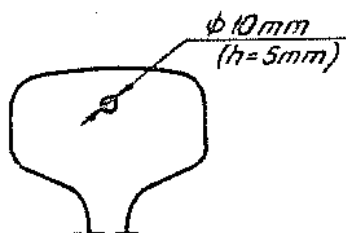


Fig. I.16. Marcarea șinelor de calitate a II-a

Sinele cu lungimea scurtată, pentru curbe, se marchează cu găuri având diametrul de 10 mm și adâncimea de 5 mm, executate pe inițiale șinei, astfel :

- șinele cu lungimea scurtată de 22,90 m, 22,445 m și 14,93 m, printr-o singură gaură (fig. I.17)
- șinele cu lungimea scurtată de 29,80 m, 22,39 m și 14,87 m, prin două găuri;
- șinele cu lungimea scurtată de 29,70 m și 22,335 m prin trei găuri.

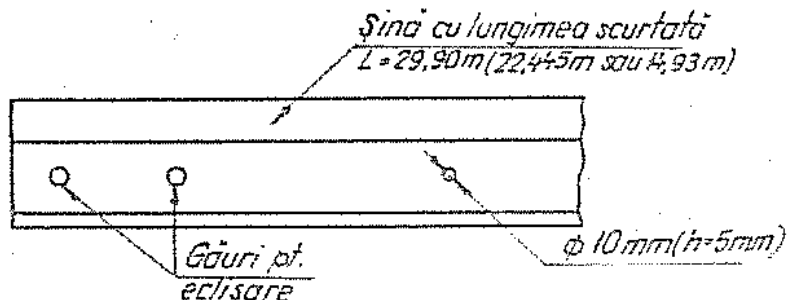


Fig. I.17. Marcarea șinelor cu lungime scurtată

La fabricarea șinelor de cale ferată, dacă procesele tehnologice de turnare, laminare sau răcire nu sunt respectate, pot rezulta șine cu defecte, chiar dacă oțelul elaborat este de bună calitate.

Cele mai importante defecte ale lingourilor din oțel pentru șine sînt următoarele :

- retasura - este golul format la partea superioară a lingoului, în urma contracției produse prin răcire progresivă de la picior spre capul lingoului, a metalului lichid și reprezintă un fenomen normal cînd este localizată numai în maselotă. Retasura constituie un defect, atunci cînd se întinde pe o adîncime mai mare în interiorul lingoului, sau apare ca retasură secundară și deci nu este îndepărtată complet prin operația de gataj;

- sufleurile - sînt bule mici de gaze care se formează în masa oțelului, din cauza reacțiilor produse între pereții lingotierei și metalul lichid, sau din cauza gazului dizolvat, dar care nu mai ajunge la suprafața lingoului pentru a fi eliminat;

- crăpături longitudinale și transversale - apar la suprafața lingoului sau în adîncime și se datoresc faptului că oțelul în stare fierbinte, imediat sub temperatura de solidificare, are rezistența la rupere neînsemnată și dacă apar tensiuni prea mari, cristalele se pot rupe cu ușurință.

Tensiunile mari pot să apară datorită temperaturilor prea înalte de turnare, vitezelor mari de turnare, turnare turbulentă etc;

- fulgi - reprezintă fisuri interioare, cauzate de prezența cantităților mari de hidrogen în oțel, care dezvoltă tensiuni considerabile în perioada de răcire a metalului solidificat.

Efectul hidrogenului se mărește și mai mult prin prezența incluziunilor nemetalice oxidice, care slăbesc legăturile intercristaline.

- segregațiile - reprezintă concentrații ale unor elemente (fosfor, carbon, sulf) care pot să apară la solidificarea topiturilor și duc la neomogenități în structura lingoului, mai ales spre partea superioară (spre maselotă);

- incluziunile - sînt impurități, care nu aparțin structurii oțelului solidificat. Ele pot fi: exogene, adică provenite din afara oțelului (zgură, materiale refractare, impurități de la turnare) ; sau endogene (oxizi, sulfuri, azoturi), produse în urma unor procese fizico-chimice în oțel în timpul topirii, turnării sau solidificării.

În afară de defectele datorate elaborării și turnării necorespunzătoare a oțelului, la șinele de cale ferată, pot să apară și defecte datorate operațiilor de laminare, sau conducerii necorespunzătoare a operațiilor care preced sau urmează laminarea. Defectele

apărute la şine în urma operaţiilor de laminare se pot clasifica în trei grupe :

- defecte de suprafaţă (fisuri longitudinale, crăpături longitudinale, rupturi transversale, imprimări concave sau convexe, solzi etc);

- forme şi dimensiuni necorespunzătoare:

- defecte interioare (granulaţie necorespunzătoare ca mărime şi ca formă, microfisuri, structură neomogenă, carburare, decarburare etc);

I.4. Utilizarea şinelor

Utilizarea şinelor noi de calitatea I-a, se stabileşte de Ministerul Transporturilor şi Telecomunicaţiilor. În mod orientativ, se pot avea în vedere următoarele domenii de utilizare :

- la o intensitate de trafic până la 3 milioane tone brute pe an, se indică şina tip 40 ;
- la o intensitate de trafic cuprinsă între 3 şi 15 milioane tone brute pe an, se indică şina tip 49;
- la o intensitate de trafic cuprinsă între 15 şi 36 milioane tone brute pe an - şina tip 54;
- la o intensitate de trafic mai mare de 36 milioane tone brute pe an, şina tip 60.

Organizaţia de colaborare a căilor ferate (C.C.C.F) / /, recomandă pentru utilizarea şinelor de cale ferată, în funcţie de intensitatea traficului, exprimată în milioane tone brute km/km.an, următoarele date :

Intensitatea traficului (milioane tone brute km/km pe an)	Greutatea şinei (kgf/ml)
20	50
20 - 40	65
40	75

Şinele de calitatea a II-a (clasificate conform STAS 1900-67), nu se admit a se utiliza pe liniile curente şi directe din staţii.

Capitolul II

MATERIALUL MARUNT DE CALE

Materialul mărunț de cale este format din piesele care asigură:

- fixarea șinelor de traverse (crampoane, tirfoane, plăci, clești, șuruburi verticale, piulițe, inele resort, plăci intermediare);
- legarea șinelor între ele (eclise, șuruburi orizontale, piulițe, inele resort, materiale pentru izolarea joantei);
- împiedicarea fugirii șinelor (eclise intermediare, cleme elastice).

II.1. P l ă c i

Placa este o piesă metalică care se așază între talpa șinei și traversă, având următoarele roluri :

- repartizează sarcinile din circulația vehiculelor la traversă pe o suprafață mai mare decât dacă șina ar rezema direct pe traversă;
- face ca elementele de fixare a plăcii de traversă (crampoane sau tirfoane) să lucreze solidar (toate deodată) pentru preluarea mai eficientă a forțelor care determină deplasarea laterală a șinei;
- asigură - pentru anumite prinderi - înclinarea șinelor, care se realizează cu scopul de a face ca mișcările de șerpuire ale vehiculelor să se amortizeze;
- asigură păstrarea în mai bune condiții a poziției în plan a celor două fire de șină (în special în curbe).

Plăcile trebuie să fie interschimbabile, adică să poată fi montate, pentru realizarea prinderilor, pe ambele fire de șină fără nici o operație de ajustare dimensională sau de deformare la rece sau la cald.

Pentru tipurile de șine ușoare și medii, placa se realizează în general cu grosime constantă pe porțiunea de rezemare a șinei, înclinarea de 1:20 realizându-se prin cioplirea feței superioare, a traversei, operație ce poartă numele de sabotare.

Astfel în fig.II.1 este prezentată placa pentru șina tip 23,6. Grosimea plăcii este constantă și are un singur rebord spre exteriorul căii.

În STAS 2952-68 sînt prezentate plăcile metalice pentru șinele grele de cale ferată.

Din punct de vedere al destinației lor, plăcile metalice pentru șine grele de cale ferată, sînt clasificate astfel :

- plăci simple (fig.II.2, II.3, II.4);

- plăci pod (fig.II.5), pentru realizarea prinderilor la joante;
- plăci speciale pentru aparate de cale.

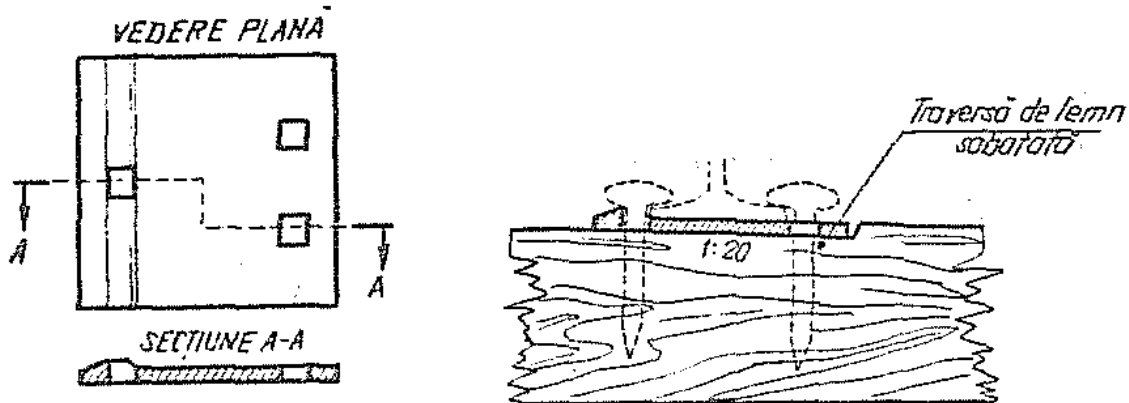


Fig. II.1. Placa pentru șina tip 23,6

În funcție de felul traverselor pe care se așază, se deosebesc:

- plăci pentru traverse de lemn (fig.II.2, II.3);
- plăci pentru traverse de beton (fig.II.4).

Plăcile se mai clasifică și în funcție de tipul șinei la care se folosesc. Din acest punct de vedere, plăcile pentru șine grele, pot fi împărțite în trei grupe :

- plăci pentru prinderi directe (la șina tip 40) ;
- plăci pentru prinderi semidirecte (la șina tip 45) ;
- plăci pentru prinderi indirecte (la șinele tip 49,54 și 60).

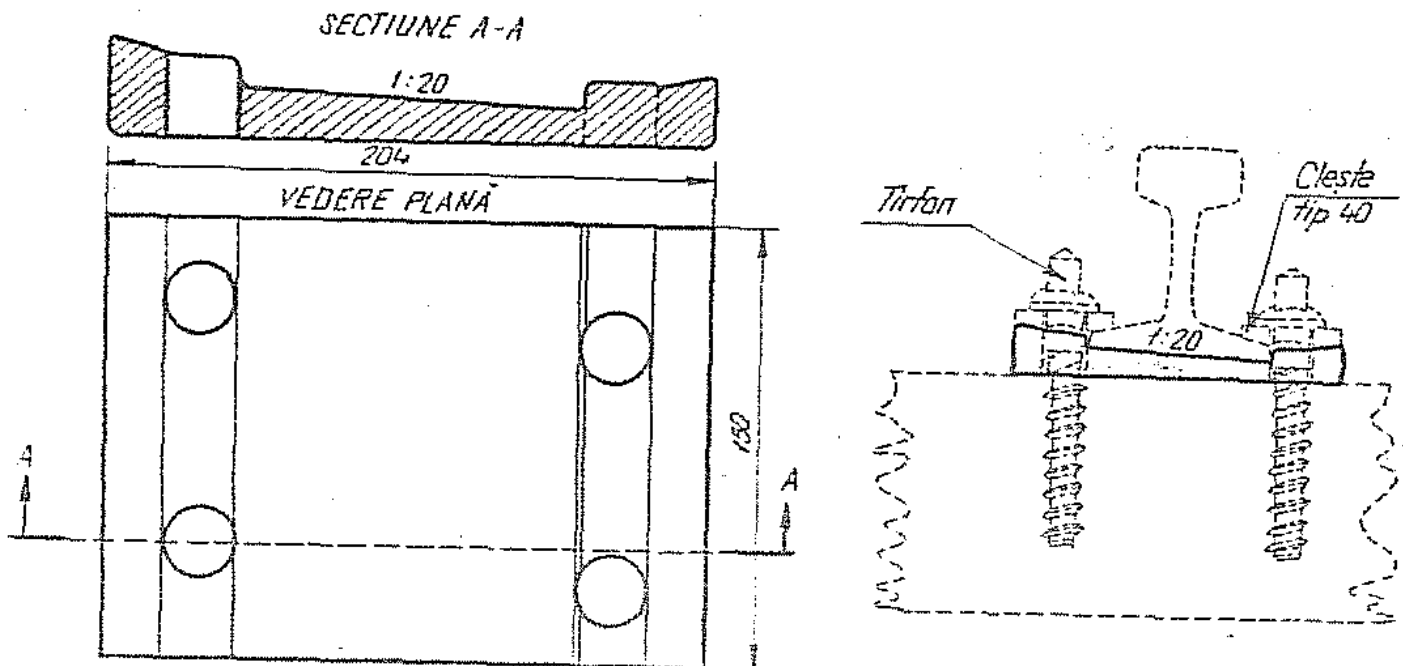


Fig.II.2. Placa simplă tip 40 pentru traverse de lemn

Caracteristic pentru toate tipurile de plăci este faptul că sînt prevăzute cu reborduri, între care se aşază talpa şinei.

Existenţa acestor reborduri împiedică într-o anumită măsură (în funcţie de tipul prinderii şi de spaţiul existent între reborduri şi talpă) rotirea şinei în prindere. Acest fapt determină existenţa, în dreptul prinderilor, a unei rezistenţe sporite la noduri a cadrului şine-traverse, la tendinţa de deplasare laterală a acestuia sub acţiunea forţelor transversale de la convoi, sau la tendinţa de şerpuire a căii datorită creşterilor de temperatură peste temperatura de fixare a şinelor de traverse.

În fig.II.2, este prezentată forma plăcii simple pentru prinderile directe (tip 40).

Se remarcă faptul că, la plăcile simple pentru prinderea directă, suprafeţele pe care reazemă cleştil sînt înclinate spre axa şinei. În acest fel se asigură o centrare a axei găurii cleştelui cu axa elementului de fixare (tirfon) şi deci sub acţiunea forţei de apăsare a tirfonului cleştele acţionează ca o pană pentru fixarea şinei de placă.

Placa simplă pentru prinderea semidirectă (tip 45) este standardizată numai pentru traverse de lemn, forma ei fiind prezentată în fig.II.3. Acest tip de placă va fi scoasă cu timpul din cale deoarece nu se mai fabrică şine tip 45.

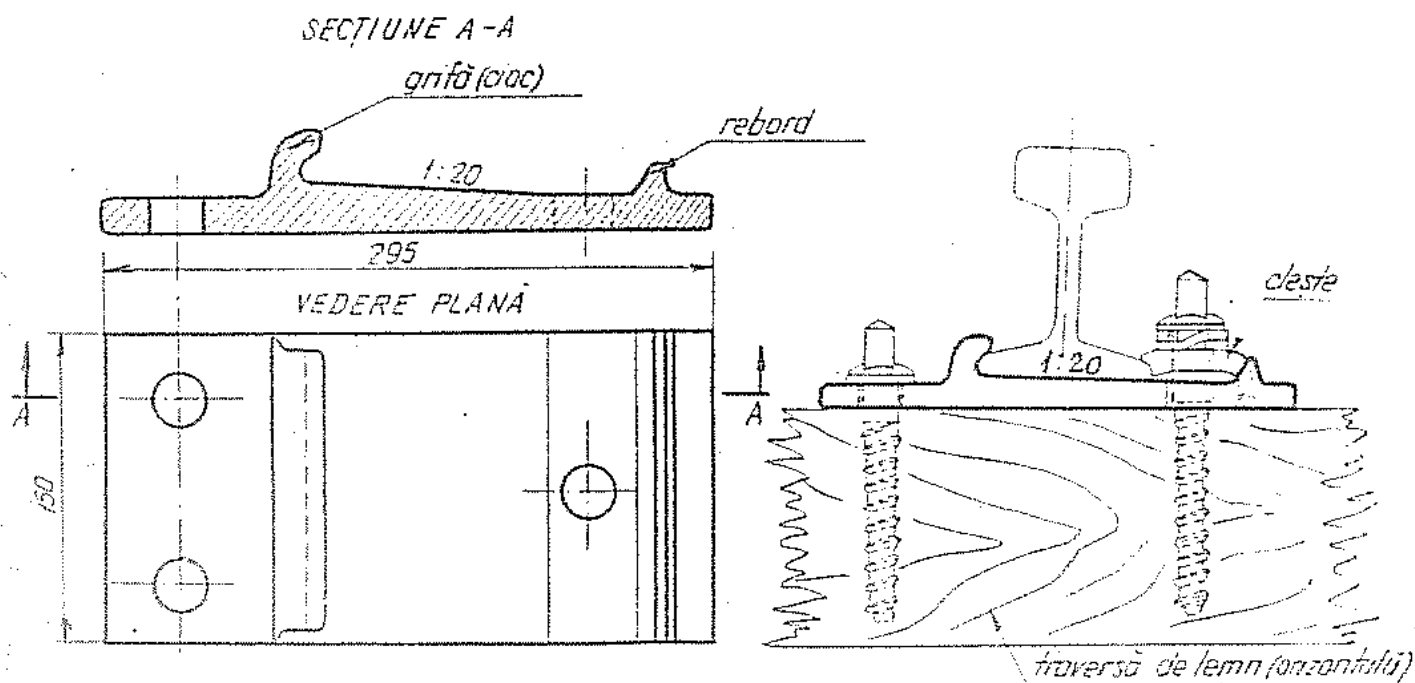


Fig.II.3. Placă simplă tip 45 pentru traverse de lemn

Placa este prevăzută cu o grifă (cloc) spre exteriorul căii și un rebord spre axa căii. Rebordul prezintă înclinare spre axa șinei, în așa fel încât cleștele care este apăsă de tirfon să lucreze ca o pană și să preseze talpa șinei în lăcașul grifei.

Placa are trei găuri pentru elementele de fixare, dintre care două la exteriorul căii. Se execută două găuri la exterior deoarece:

- la scoaterea șinelor din cale, să se deșurubeze numai un singur element de fixare (tirfon);
- un singur tirfon la exterior nu ar putea fixa placa de traversă în condiții corespunzătoare atunci când placarea traverselor se realizează în prealabil.

În fig. II.4 este prezentată forma plăcii simple pentru prinderea indirectă pe traverse de beton (tip 49; 54-E).

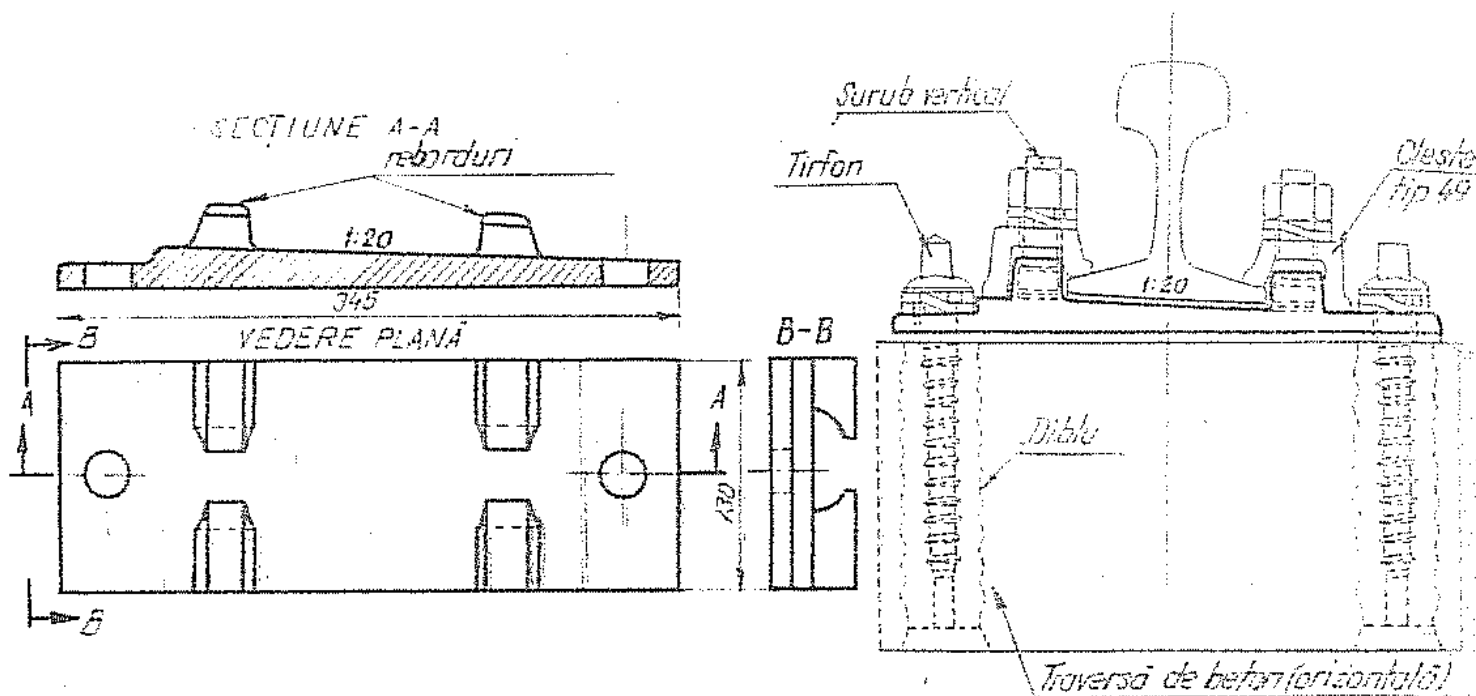


Fig. II.4. Placa tip 49 pentru traverse de beton

Placa are două reborduri, între care se așază talpa șinei. Aceste reborduri sînt prevăzute cu lăcașuri, în care se introduc capetele șuruburilor verticale. Între fețele interioare ale rebordurilor și părțile laterale ale tălpii șinei există o diferență de 2-3 mm, deoarece șina montată nu trebuie să fie înțepenită între reborduri.

La exteriorul căii, grosimea plăcii se reduce cu scopul de a economisi materialul metalic, această reducere realizîndu-se însă în afara zonei de rezanare a cleștelui, deoarece cleștii trebuie să fie întotdeauna în același clește se poate folosi atât la

exteriorul căii cît și la interiorul ei).

Inclinarea de 1:20 a plăcii cuprinde atît zona de rezemare a tălpii șinei, cît și zona de rezemare a clegștilor pe placă.

Plăcile simple pentru traverse de beton armat precomprimat, sînt prevăzute numai cu două găuri pentru tirfoane, față de patru găuri cît au plăcile simple pentru traverse de lemn. La traversele de beton armat precomprimat, elementele de fixare a plăcii (tirfoane), se fixează în traversă prin intermediul diblurilor. Dacă pentru fiecare placă s-ar lăsa mai mult decît două găuri (și deci mai mult de două dibluri pe cap de traversă), poziționarea armăturii preîntînse necesare în secțiunea traversei, ar fi dificil de realizat, deoarece secțiunea transversală ar fi prea mult obstruată. În același timp, dacă s-ar folosi mai mult de două dibluri pentru fiecare placă, secțiunea transversală a traversei ar fi mult slăbită și corespunzător și capacitatea sa portantă.

La prinderea șinei tip 60 pe traverse de beton armat precomprimat, se remarcă faptul că placa are grosime constantă, deoarece înclinarea de 1:20 se realizează prin amenajarea feței superioare a traversei.

Deoarece plăcile simple pentru traverse de beton armat precomprimat, au numai două găuri, dimensiunea lor - pe direcția de montare a axei șinei - este mai mică (130 mm), decît a plăcilor simple pentru traverse de lemn (150 mm) și necesită deci un consum mai mic de metal.

Plăcile pod au aceeași formă, în secțiune perpendiculară pe direcția de montare a axei șinei, ca și plăcile simple corespunzătoare. Caracteristic pentru plăcile de pod, este faptul că ele se fixează pe două traverse alăturate și sînt prevăzute cu opt sau patru găuri, pentru elementele de fixare (tirfoane), după cum traversele pe care se fixează sînt de lemn, respectiv beton armat precomprimat.

Caracteristic pentru plăcile pod mai este și faptul că în porțiunea lor centrală (în dreptul joantei), pe zona de rezemare a tălpii șinei, se execută o decupare dreptunghiulară, cu scopul de a permite încovoierea capetelor de șină sub acțiunea sarcinilor dinamice verticale transmise de la vehicule. Dacă nu s-ar executa această decupare, placa ar avea rolul unei nicovale pentru capătul de șină acționat de sarcina dinamică transmisă de roata vehiculului (ciocan) și deci ar fi împiedicată amortizarea (prin încovoierea capătului de șină) acțiunii dinamice de lovire.

În fig. II.5. este prezentată placa pod tip 49 pentru traverse de lemn.

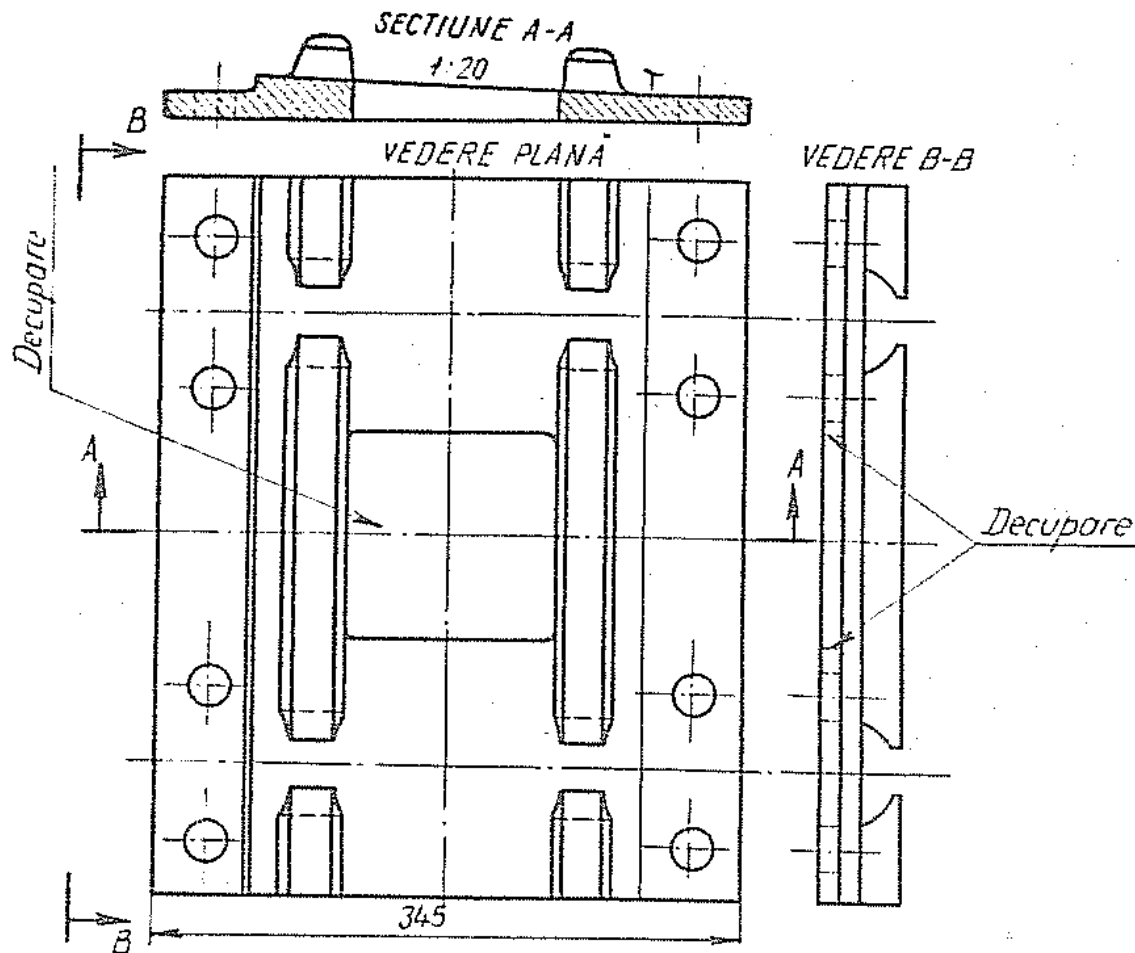


Fig. II.5. Placa pod tip 49 pentru traverse de lemn

Plăcile speciale pentru aparatele de cale, au dimensiuni variabile în funcție de tipul șinei și zona din cuprinsul aparatului de cale unde urmează a fi montate. Pentru șinele de tip greu, aceste plăci au forma corespunzătoare prinderilor indirecte. Caracteristic pentru plăcile folosite la aparate de cale, este faptul că au grosimea constantă (în zona aparatelor de cale șinele se montează fără înclinarea de 1:20).

Ca material pentru plăci se folosește oțelul OL 42. Pentru mărirea rezistenței la coroziune se recomandă ca oțelul să conțină 0,2 ... 0,3% Cu.

Plăcile se execută prin laminarea barelor provenite din lingouri fără defecte. Debitarea, la dimensiunile prescrise a plăcilor se realizează prin procese tehnologice care să nu le deformeze (tăiere cu fierăstraie, debitare prin forfecare etc). Fiecare retezare trebuie să fie perpendiculară pe axa barei laminate și nu trebuie să apară bavuri, smulgeri, crăpături sau ruperi. Muchiile ascuțite ale secțiunii plăcilor se rotunjesc prin arce de cerc cu rază mică, pentru a evita concentrările mari de eforturi.

Găurile din plăci, se execută prin burghiere sau poansanare la cald ori la rece.

Locașul de fixare a capului șurubului vertical în rebordurile plăcilor pentru prinderi indirecte, sau plăcilor speciale pentru aparate de cale, se execută numai prin frezare.

Proeminențele, bavurile și asperitățile rezultate în urma procesului tehnologic de fabricare, se îndepărtează prin polizare sau dăltuire (nu se admite dăltuirea la debavuirea găurilor).

Plăcile (ca de altfel și eclisele sau cleștii) trebuie să prezinte după fabricație, la examinarea cu ochiul liber, o suprafață curată, fără discontinuități sau suprapuneri de material, incluziuni, sufluri, fisuri, rupturi, bavuri, proeminențe locale, asperități etc.

După fabricare, plăcile (precum și eclisele sau cleștii) se supun unor operații de verificare și încercare privind: dimensiunile; poziția găurilor; aspectul; rezistența la tracțiune; rezistența la îndoire; rezistența la șoc; și montarea la îmbinări.

Plăcile (precum și eclisele sau cleștii) se marchează în relief prin laminare, pe suprafața exterioară care rămâne vizibilă după montare, cu caractere reprezentând :

- marca fabricii;
- ultimile două cifre ale anului de fabricație;
- tipul.

În afara tipurilor de plăci prezentate, se mai întâlnesc și plăci pentru prinderile elastice. Aceste tipuri de prinderi sînt în să în fază de experimentare pe rețeaua noastră de cale ferată și vor fi prezentate în capitolul IV.

II.2. E c l i s e

Eclisele sînt piese metalice, care servesc la legarea șinelor între ele, pentru asigurarea continuității suprafețelor de rulare și a fețelor laterale active ale celor două șine.

Continuitatea suprafeței de rulare și a fețelor laterale active, se realizează prin confecționarea ecliselor în formă de pană. Eclisa funcționează ca o pană dacă, sub acțiunea forței de strîngere din șuruburile orizontale, reazemă continuu pe umerii ciupercii și respectiv pe fețele superioare ale tălpilor șinelor și dacă între fața eclisei dinspre lînga șinei și lînga șinei există un spațiu (un joc). În momentul cînd josul dintre eclise și lînga șinelor dispăre (prin uzuri atît la eclise cît și la șine), eclisele, venind în contact zamîplozit cu lînga șinei, nu mai pot asigura continuitatea

suprafețelor de rulare și continuitatea fețelor laterale ale celor două șine.

O altă condiție pe care trebuie să o îndeplinească eclisele, care leagă cele două șine, este aceea de a putea prelua sarcini egale cu cele ce trebuie să fie suportate de șina de tipul respectiv, fără a avea deformații remanente.

Profilul eclisei s-a modificat în timp pe măsură ce a evoluat traficul și au sporit sarcinile pe osie.

La început continuitatea căii se realiza fără eclise, numai prin prinderea capetelor de șine pe traverse. Apoi s-a trecut la legarea celor două capete de șină prin eclise platbande în contact cu inima șinei și fixate cu buloane.

Cu astfel de eclise nu se realiza condiția ca fețele de rulare a celor două șine să fie în continuare; în fig. II.6 este arătată legarea capetelor de șine cu ajutorul ecliselor platbandă.

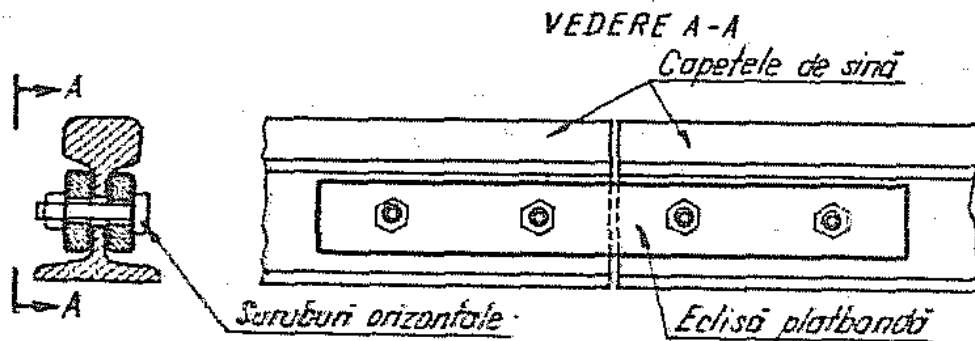


Fig. II.6. Legarea capetelor de șină cu eclise platbandă (legare necorespunzătoare)

Pe măsura creșterii solicitării căii, secțiunea ecliselor a fost mărită, trecându-se de la eclisa sub formă de platbandă la eclise sub formă de corniere simple, cu moment de inerție mai mare, sau eclise sub formă de corniere prelungite la partea inferioară, denumite eclise corniere cu gurt.

În fig. II.7 este prezentată eclisa cornieră cu gurt tip 34,5. Acest tip de eclisă este nestandardizată și cu timpul va fi scoasă din cale.

Din fig. II.7 se observă că eclisa tip 34,5 exterioară are formă diferită de eclisa interioară. Eclisa interioară este realizată cu un rebord la partea superioară (spre ciuperca șinei) pentru mărirea momentului de inerție. De asemenea se constată că în acest rebord sînt practicate niște decupări, în dreptul prinderii capetelor șinelor de traverse, pentru a putea fi introdusă vertical cheia pentru strîns

tirfoane. Totodată se remarcă că atât eclisa interioară cât și cea exterioară prezintă câte două decupări la aripile horizontale pentru a putea face posibilă fixarea tălpilor șinelor de traversele din vecinătatea joantei.

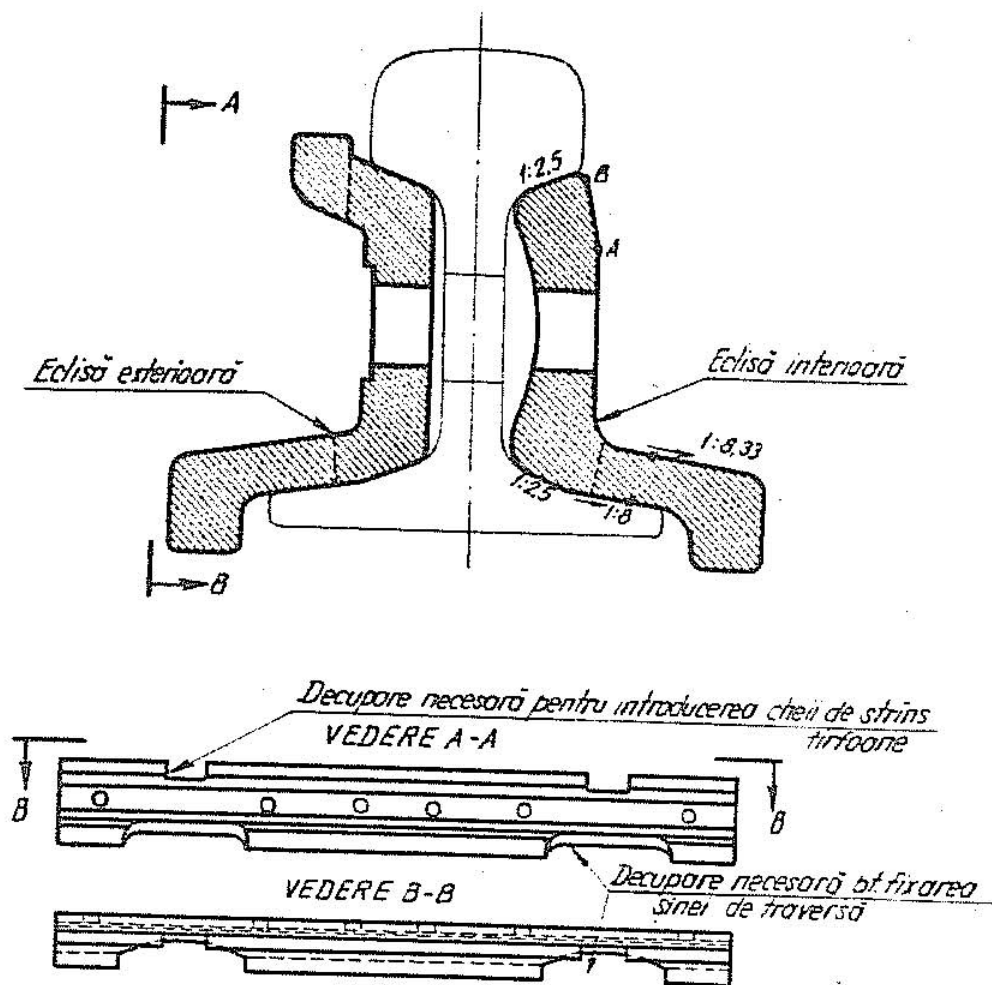


Fig.II.7. Eclisa cornieră cu șorț tip 34,5

Eclisa interioară nu mai prezintă rebord spre ciuperca șinei iar fața ei exterioară, pe porțiunea A-B, nu mai este verticală ci înclinată pentru ca, în cazul șinelor uzate, buza bandajului vehiculelor să nu lovească în eclisă.

Cu aceste tipuri de eclise se realizează joante suspendate (vezi capitolul IV).

Deși acest tip de eclise lucrează ca niște pene (eclisele

presează pe umerii respectiv pe fețele superioare ale tălpilor șinelor și există un spațiu între eclise și inima șinelor) asigurându-se în acest fel continuitatea firului de șină, totuși prezintă o serie de dezavantaje:

- în aceste eclise se produce o încovoiere oblică sub acțiunea încărcărilor transmise (axele principale de inerție sînt rotite - fig. II.8), deci apar și momente de torsiune;

- profilul eclisei este prea complicat, fapt ce conduce și la dificultăți în realizarea prinderii pe traversele de la joante;

- decupările practicate în rebordul și aripile orizontale ale ecliselor determină apariția de concentrări de eforturi sub acțiunea încărcărilor transmise.

În unele țări s-au folosit eclise pod (fig. II.9) pentru legarea capetelor de șină între ele. În cazul acestui tip de eclise prinderea șinelor pe traversele din vecinătatea joantei se realizează mai dificil iar pe de altă parte în secțiunea de trecere de la cornieră la placă s-a constatat că apar crăpături din cauza concentrărilor de eforturi.

În STAS 2952-68 sînt prezentate eclisele pentru șinele grele de cale ferată,

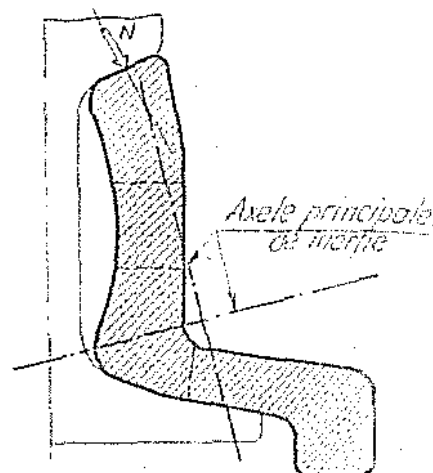


Fig. II.8. Eclisa tip 34,5

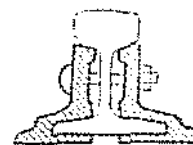


Fig. II.9. Eclisa pod

Eclisa tip 40. Dintre eclisele prezentate în acest STAS eclisa tip 40 are formă de cornieră (fig. II.10).

Eclisa tip 40 este prevăzută cu 4 găuri pentru șuruburile orizontale. Șurubul orizontal are capul dreptunghiular iar pentru împedirea răsucirii acestuia la înșurubarea piuliței, eclisa este prevăzută cu o îngroșare în care se proptește capul dreptunghiular al șurubului.

Se remarcă faptul că tirfoanele care asigură legătura cu traversele prind și aripa orizontală a eclisei. Acest fapt complică modul de lucru al eclisei, dar cu tot acest dezavantaj se asigură o mai bună fixare a șinelor împotriva fugirii lor. Eclisele tip 40 pentru traverse de lemn sînt prevăzute cu 3 găuri pentru fixarea lor cu tirfoane iar cele pentru traverse de beton armat precomprimate au numai 2 găuri.

La trecerea de la suprafețele de rezemare ale eclisei care

sînt înclinate la fața verticală dinspre înima șinei se realizează racordări care fac ca și la eclisele cu suprafața de rezemare uzată, să se poată asigura împănarea celor două capete de șină.

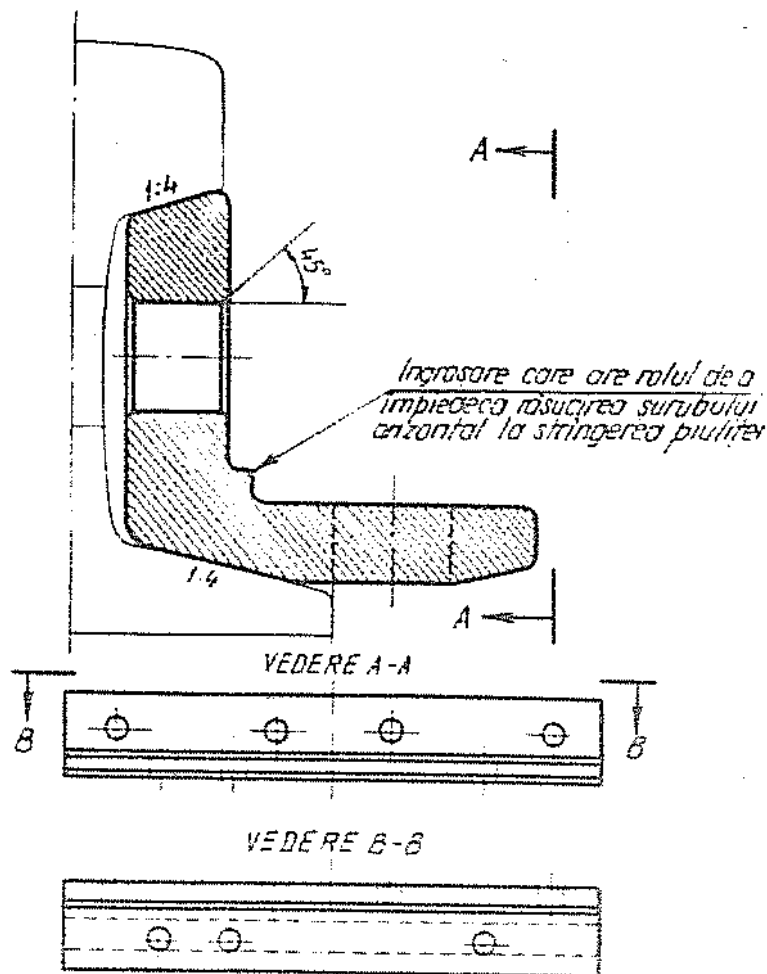


Fig.II. 10. Eclisa cornieră tip 40

Pentru evitarea concentrărilor de eforturi - care pot provoca fisuri - găurile din eclisă (vezi fig.II.10) sînt prevăzute cu teșituri la 45°.

Odată cu creșterea traficului a fost necesar să se adopte tipuri de șine mai puternice, cu greutate pe ml. și momentul de inerție mai mari, astfel încît a trebuit să se folosească și eclise cu înălțimea mai mare, pentru a se putea asigura împănarea capetelor de șină. Aceste progrese au determinat ca să se folosească din nou eclise cu secțiunea simplă și uniformă pe toată lungimea, deci cu forma profilului apropiat de cel al platbandei.

Asemenee eclise se folosesc la CFR la șinele tip 45, 49, 54 B și 60. Eclisele tip 45 și 49 sînt standardizate (STAS 2952-68).

Pentru asigurarea împănării (continuității) capetelor de șine, suprafețele de rezemare a eclisei pe umerii, respectiv pe fața superioară a tălpii șinei, se realizează cu înclinare. Pentru o aceeași uzură "a" pe suprafețele de rezemare (măsurată pe o perpendiculară pe această suprafață), cantitatea cu care pătrunde eclisa spre inima șinei pentru a realiza totuși împănarea (legarea corespunzătoare) celor două capete de șină este mai mare la eclisele care au înclinarea mai mică a suprafețelor de rezemare (fig.II.11). Pentru aceeași valoare

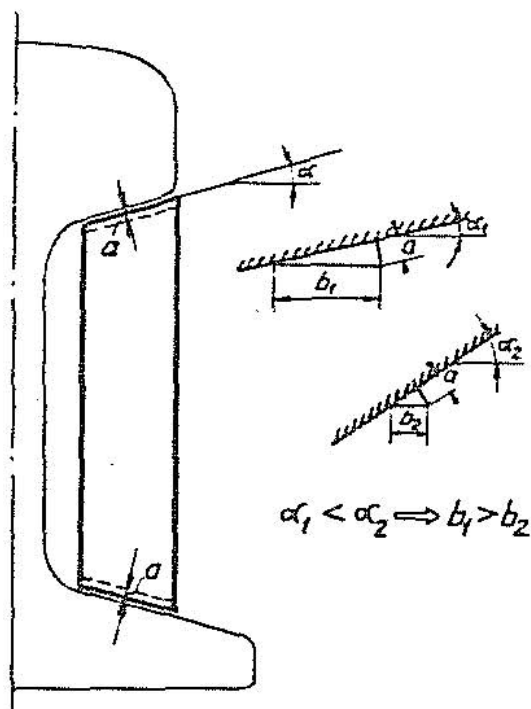


Fig. II.11. Inclinarea suprafețelor de rezemare ale eclisei

"a" a uzurii, distanța "b" în cazul înclinării mai mici este mai mare decât în cazul unei înclinări mai mari.

Drept urmare eclisele cu înclinare mai mică vor ieși din motive de uzură - mai repede din funcțiune decât eclisele cu înclinare mai mare.

La stabilirea înclinării suprafețelor de rezemare ale ecliselor trebuie avute în vedere aspecte legate și de forma șinelor sau de conlucrarea elementelor din alcătuirea joantei.

Aceste aspecte sînt uneori contradictorii și - pentru găsirea înclinării optime sînt necesare experimentări numeroase și îndelungate,

Solicitarea eclisei sub sarcinile provenite din convoi. Se consideră o joantă suspendată care este prezentată schematic în fig.II.12.

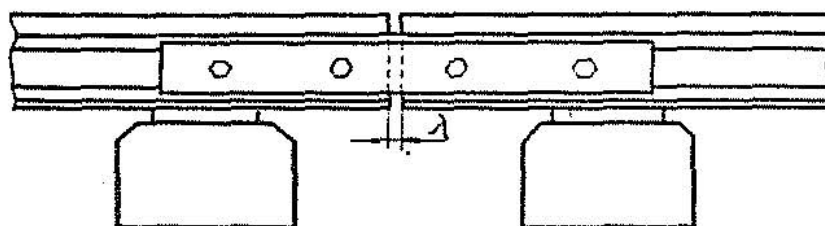


Fig.II.12. Joantă suspendată

Pentru a se arăta modul de solicitare al eclisei sub sarcinile provenite din convoi se ține seama de următoarele aspecte:

- traversele reprezintă reazeme tasabile;
- între diametrul tijei șurubului orizontal (d_b), diametrul găurii din eclisă (d_e) și diametrul găurii din șină (d_g) - pentru a se putea asigura posibilitatea de variație rostului - există relația :

$$d_g > d_e > d_b$$

Cînd roata vehiculului se află exact deasupra joantei, cele două capete de șină sînt încărcate egal cu forțele $P/2$ (fig.II.13).

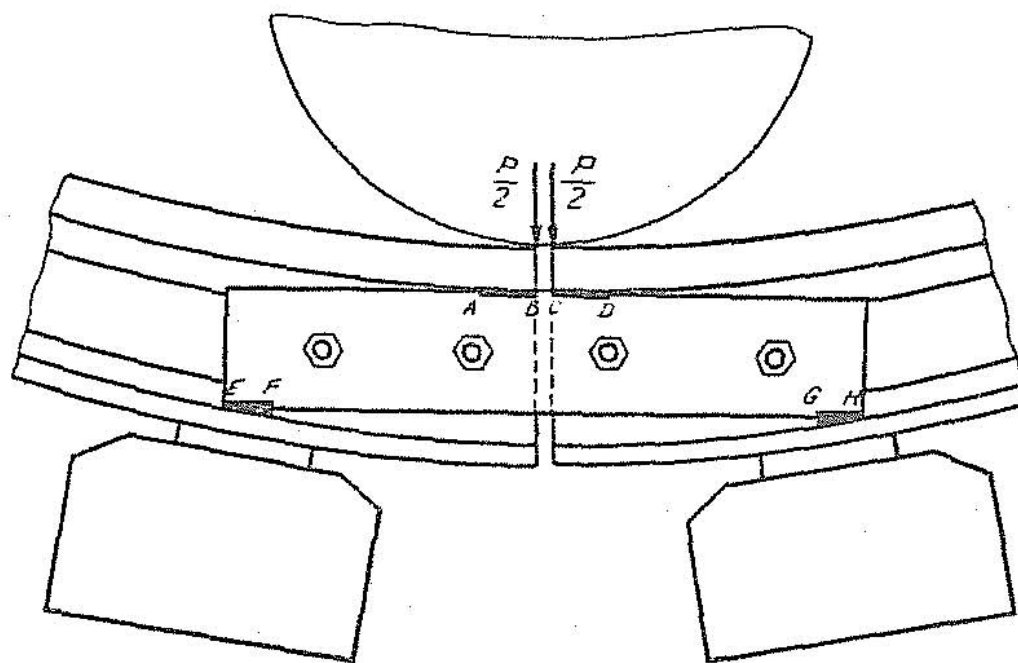


Fig.II.13. Solicitarea eclisei sub acțiunea convoiului

Capetele de șină spasă asupra eclisei în partea centrală, pe porțiunile AB și CD, iar eclisa transmite încărcarea primită la talpa șinei, pe porțiunile EF și GH.

Transmiterea forțelor nu se face prin forfecarea tijelor șuruburilor orizontale deoarece, așa cum s-a arătat anterior, există diferențe între diametrele găurilor elementelor ce se assemblează și diametrul șuruburilor.

Totodată se remarcă faptul că eclisa nu se desprinde în nici un punct de umerii și tălpile șinelor ci în punctele de pe porțiunile AB, CD, EF și GH se produc compresii elastice mai mari decît în rest, care asigură transmiterea încărcărilor din convoi tocmai pe aceste porțiuni; pe porțiunile AB, CD, EF și GH în sferă de presiunile provocate de forțele din șuruburile orizontale se dezvoltă și presiuni din convoi.

În acest fel, sub acțiunea forțelor transmise de convoi, eclisa este solicitată ca o grindă pe două reazeme de capăt, încărcată în zona centrală.

Presiunile pe suprafețele de transmitere AB, CD, EF și GH se poate considera că au o distribuție triunghiulară (fig.II.14).

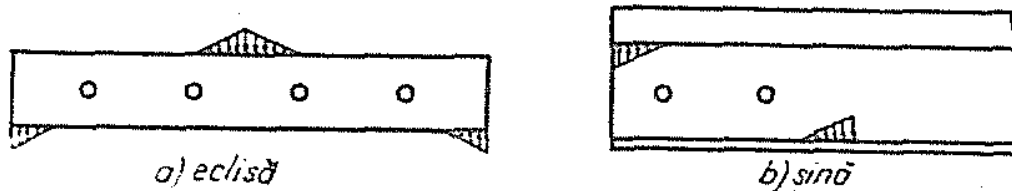


Fig.II.14. Distribuția presiunilor din convoi

Sub acțiunea sarcinilor verticale date de convoi, calea (respectiv cele două șine) se deformează ca o grindă continuă pe mediu elastic (fig.II.15).

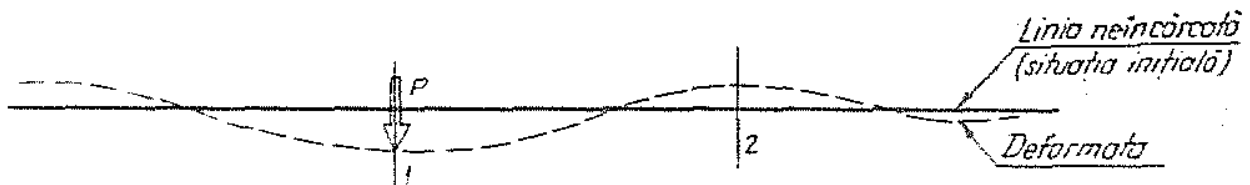


Fig.II.15. Deformata căii sub o sarcină verticală

Când în punctul 2 se află o joantă, solicitarea ecliselor datorită deformației căii sub acțiunea convoiului, este prezentată în fig. II.16.

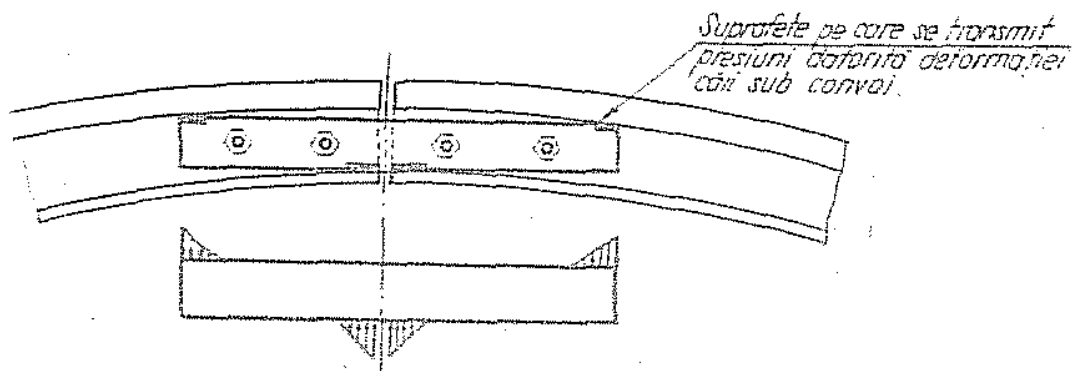


Fig.II.16. Solicitarea eclisel datorită deformației căii la trecerea convoiului.

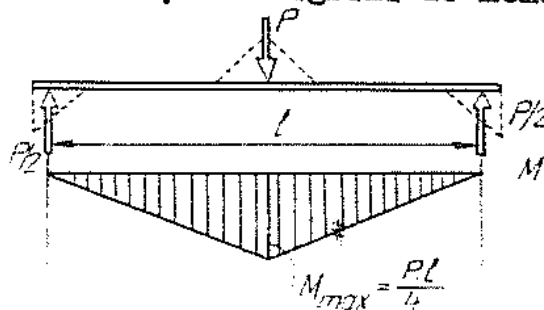
Și în această situație (fig.II.16) sînt valabile observațiile arătate în cazul precedent (fig.II.13).

Pentru alte poziții ale joantei în lungul deformatelor, încărcarea

leclisei este diferită.

Dacă se înlocuiesc presiunile pe suprafețele de transmitere, arătate anterior, cu forțe concentrate se obține diagrama de momente încovoietoare din fig.II.17.

Fig.II.17. Diagrama de momente încovoietoare în eclisă sub acțiunea sarcinilor verticale de la convoi



Din punct de vedere al mărimii eforturilor unitare care apar în eclisă datorită diagramei de momente încovoietoare, se remarcă că este mai rațional ca eclisa să fie cât mai scurtă.

Pe de altă parte, din punct de vedere al rezistenței pe care o opune joanta la deplasarea capetelor de șină sub acțiunea variațiilor de temperatură, a forțelor de frinare, etc, este rațional să fie prevăzute cât mai multe șuruburi orizontale, deci o eclisă cât mai lungă, deoarece în acest caz forța de frecare dintre eclisă și capătul de șină este mai mare.

Forța de frecare dintre eclisă și capătul care se opune deplasării relative a acestora se datorește (fig.II.18) forțelor de întindere din șuruburile orizontale care determină apariția unor forțe de presiune N normale pe suprafețele de contact cu umerii ciupercii și respectiv fețele superioare ale tălpii șinei.

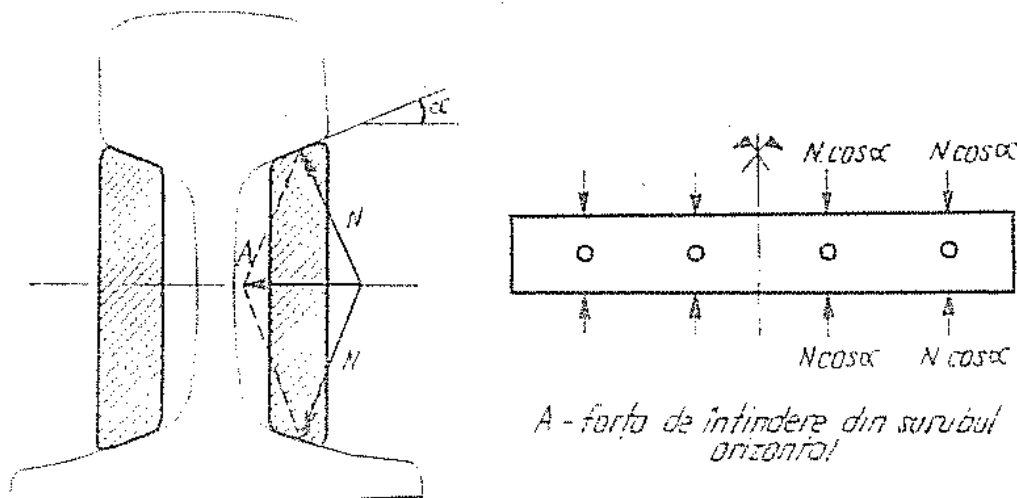


Fig.II.18. Solicitarea eclisei sub acțiunea forțelor de întindere din șuruburile orizontale

Eclisa tip 45. Eclisa tip 45 este standardizată (STAS 2952-68) și se utilizează la joanta șinelor tip 45 pe traverse de lemn. Eclisa tip 45 are formă de platbandă (fig.II.19).

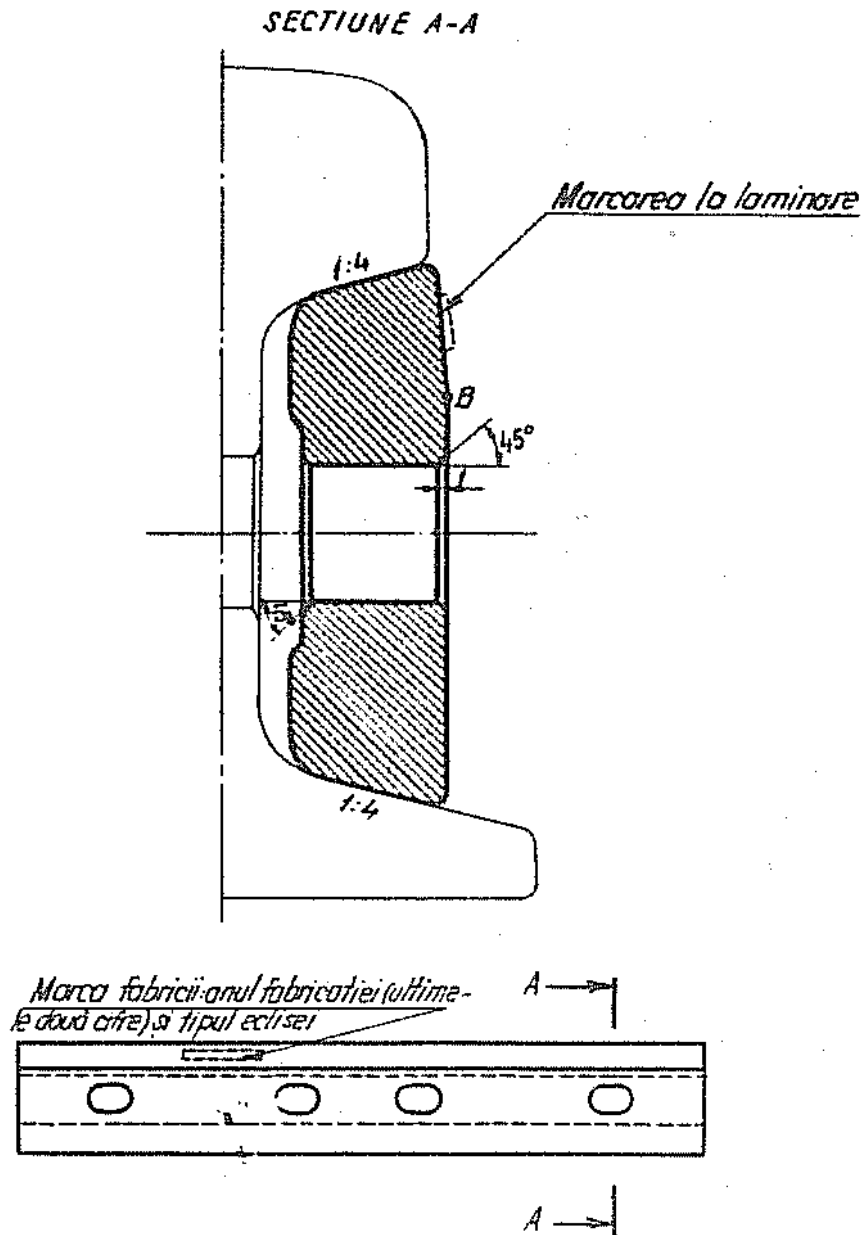


Fig.II.19. Eclisa tip 45 (eclisă platbandă)

Pentru împiedicarea rotirii șurubului orizontal la strângerea piuliței, gaura din eclisă este ovală (vezi fig.II.19) iar gâtul șurubului orizontal este de asemenea oval (tip 60).

Eclisa tip 45 are suprafețele de rezemare înclinate (1:4) și

secțiunea variabilă și nu este simetrică. Îngustarea secțiunii eclisei în zona centrală este în concordanță cu faptul că, sub acțiunea sarcinilor verticale de la convoi, eclisa lucrează la încovoiere (în acest fel distribuția materialului este rațională).

Fața exterioară a eclisei este înclinată spre axa șinei la partea superioară, începând din punctul B, pentru a evita lovirea ei de către buza bandajului vehiculelor atunci când șinele au uzură pronunțată; eclisa nu este simetrică.

Eclisa tip. 49. Acest tip de eclisă este simetrică (fig. II.20)

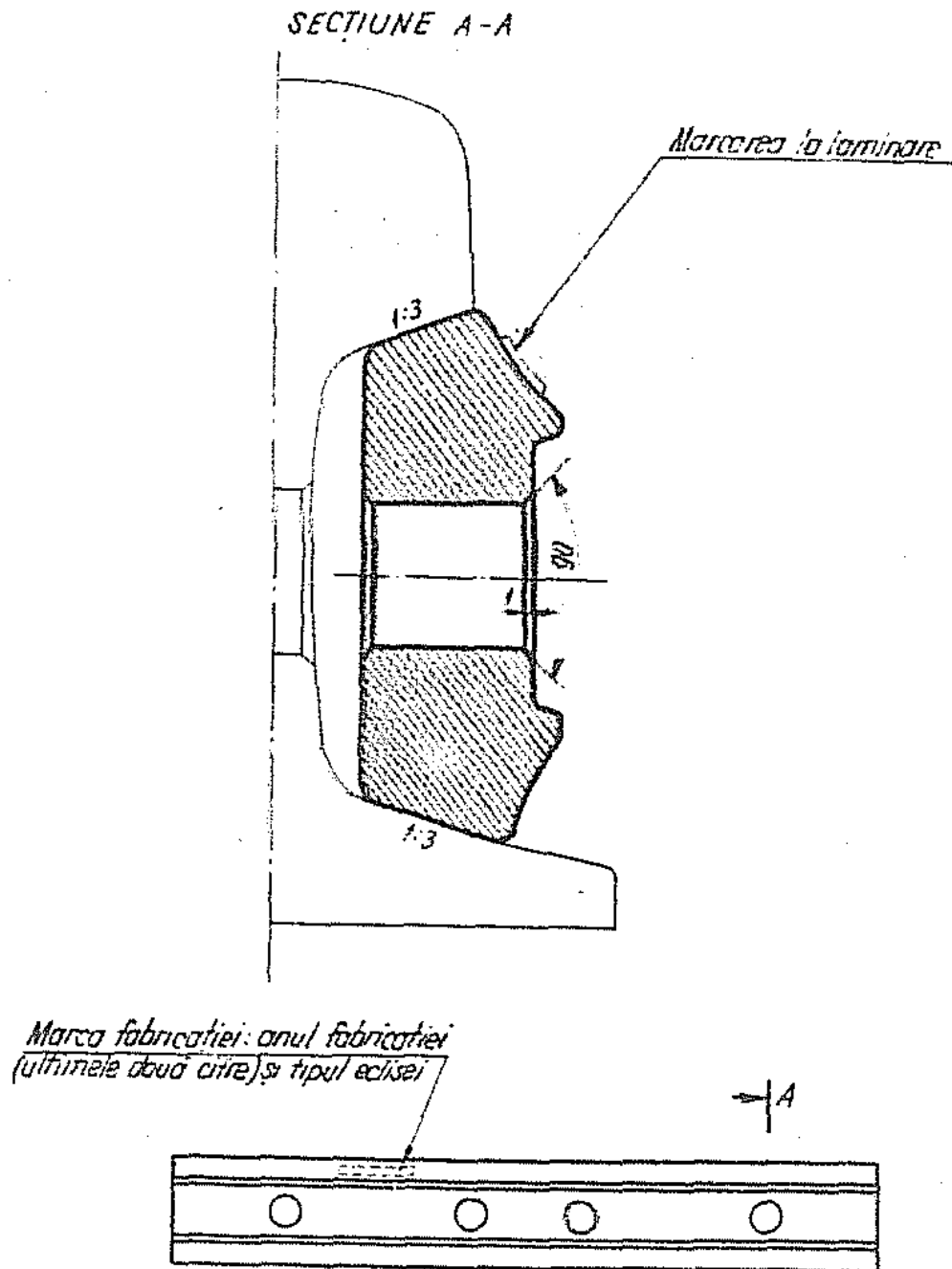


Fig. II.20. Eclisa tip 49 (eclisă platbandă)

și se folosește la joantele șinelor de tip 49 atât în cazul căii pe traverse de lemn cât și în cazul căii pe traverse de beton. Eclisa este prezentată în STAS 2952-68.

La acest tip de eclisă se remarcă următoarele elemente :

- suprafețele de rezemare au înclinarea 1:3;
- găurile prezintă tășituri la 45° pentru a evita concentrările de eforturi;

- pentru a împiedeca rotirea șurubului orizontal la strângerea piuliței pe fața exterioară a eclisei există un întrînd cu dimensiunea puțin mai mare decît latura pătratului de la capătul șurubului. Acest întrînd determină totodată și o repartizare mai rațională a materialului din secțiunea eclisei, avînd în vedere că aceasta este solicitată la încovoiere sub acțiunea sarcinilor verticale din convoi.

Eclisele pentru șinele tip 54-E și 60, se caracterizează prin faptul că au același formă de platbandă ca și eclisele tip 45 și 49, dar prezintă totodată și o scobitură la partea interioară spre inima șinei, fapt ce asigură o repartizare mai rațională a materialului în secțiunea transversală a eclisei.

În afara ecliselor normale pentru șinele grele prezentate anterior, se mai utilizează în cale și alte tipuri de eclise, ca spre exemplu:

- eclisele de racordare servesc pentru legarea a două șine de tipuri diferite sau de același tip, însă cu unghiuri verticale a căror diferență depășește 1 mm pe liniile curente și 2 mm pe liniile din stații;

- eclisele pentru joante izolate. Acest tip de eclise este prezentat în detaliu în Capitolul IV, la alcătuirea joantelor izolate.

- eclise speciale. Aceste eclise se utilizează pentru executarea îmbinărilor provizorii în locurile unde s-au produs ruperi de șine, pentru a se putea relua circulația pînă la înlocuirea șinei sau restabilirea prin sudură a firului de șină rupt. Eclisele speciale sînt: curbate pe o porțiune în zona centrală pentru a ocoti bavura de pe inima șinei, iar fixarea lor se face cu șuruburi fără a fi necesară găurirea inimii la capetele șinelor rupte (fig.II.21 a).

Eclisa de racordare se realizează astfel încît o jumătate corespunde unui tip de șină iar cealaltă să corespundă celui alt tip de șină (fig.II.21 b).

Eclisa de racordare se realizează prin prelucrarea eclisei corespunzătoare tipului unui mare de șină. Prelucrarea se realizează

prin rabotare și prin forjare; nu se admite sub nici o formă prelucrarea cu flacăra oxiacetilenică. La confecționarea ecliselor de racordare, umerii trebuie prelucrați îngrijit astfel încât să se asigure o sprijinire corespunzătoare și continuă a acestora pe umerii ciupercii șinelor și pe fețele superioare ale tălpilor.

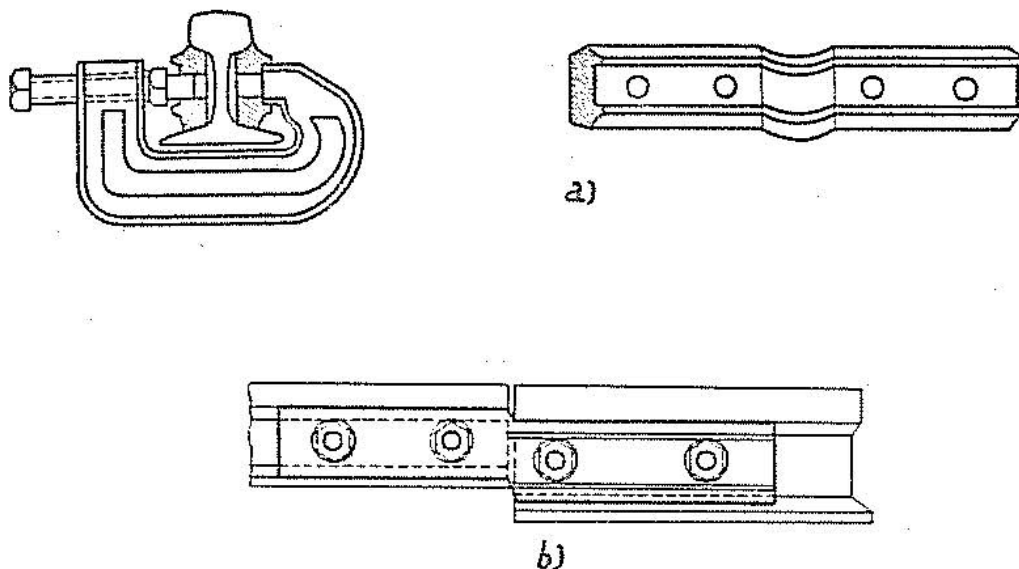


Fig.II.21. Eclisă specială și eclisă de racordare

Eclisele se execută prin laminare din oțel OL 50 K. Lingourile folosite la laminarea barelor pentru eclise au o secțiune inițială de cel puțin 20 ori mai mare decât secțiunea produsului finit; aceste lingouri nu se răcesc artificial și nu sînt culcate înainte de solidificarea completă a metalului.

Găurile ecliselor se execută prin burghiere, cu excepția găurilor ovale de la eclisele tip 45 care se execută prin șatnțare la cald, dar avînd grijă ca suprafețele de contact ale ecliselor cu șina să nu se deformeze, iar poansonul să pătrundă prin fața exterioară a eclisei pentru a realiza o suprafață de rezemare corespunzătoare a inelelor resort.

În privința execuției ecliselor sînt valabile și aspectele prezentate în paragraful anterior la plăci.

II.3. C l e ș t i

Cleștii sînt elemente metalice care asigură: fixarea șinei de traverse prin intermediul tîrfoanelor - în cazul prinderilor directe; sau fixarea șinei de placă - în cazul prinderilor indirecte (a se vedea Cap. III).

Cleștii se utilizează la realizarea prinderilor șinelor grădă

și la aparatele de cale (schimbătoare, traversări, bretele etc.).

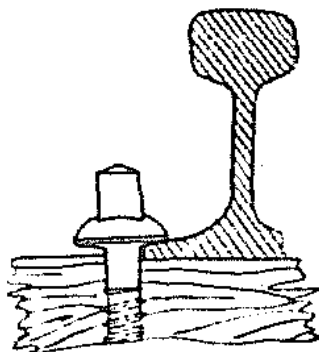


Fig. II.22. Prindere directă fără plăci și clești

Pe linii secundare (linii cu ecartament îngust, cu sarcini pe osii mici și linii de gantier) sau la șinele de tip ușor se poate utiliza prinderea șinei numai cu tirfoane, fără plăci de reazem și clești (fig. II.22).

În acest caz tirfonul spasă cu capul său numai talpa șinei și din această cauză tija este solicitată excentric.

Pentru a se realiza o solicitare centrică a tirfoanelor cu efort numai de întindere se utilizează clești. Utilizarea cleștilor

are însă dezavantajul că forța de apăsare pe talpa șinei este mai mică decât în cazul prezentat în fig. II.22, aceasta datorită faptului că forța de întindere din tirfon se împarte la cele două puncte de rezemare a cleștelui. În condiții normale, la majoritatea cazurilor, punctele de rezemare ale cleștelui, pe fața superioară a tălpii șinei și pe placă, sînt simetrice față de axa tirfonului și ca urmare forța de apăsare scade la jumătate.

Pentru a se realiza o prindere corespunzătoare cleștii trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

- să asigure o rezemare continuă, pe toată lungimea sa, pe fața superioară a tălpii șinei și pe placă;

- să funcționeze ca o pană între fața superioară înclinată, a tălpii șinei și pe placă, astfel încît să împiedice cît mai mult deplasarea laterală relativă a șinei și plăcii;

- fața superioară a cleștelui, în poziție montată, să fie orizontală pentru a realiza o solicitare centrică a elementului de prindere (tirfon sau șurub vertical).

Cleștii sînt interschimbabili: adică se pot utiliza atît la fixarea tălpii șinei dinspre exteriorul căii cît și la fixarea tălpii șinei dinspre interiorul căii.

Pentru prinderile șinelor de tip greu ce se utilizează pe rețele noastre de cale ferată - pe porțiunile de linie din afara aparatelor de cale - sînt standardizate (STAS 2952-68) următoarele tipuri de clești:

- clește simplu tip 40 (fig. II.23 a);
- clește dublu tip 40 (fig. II.23 b);
- clește simplu tip 45 (fig. II.24 a);
- clește dublu tip 45 (fig. II.24 b);

- clește tip 49 (fig.II.25).

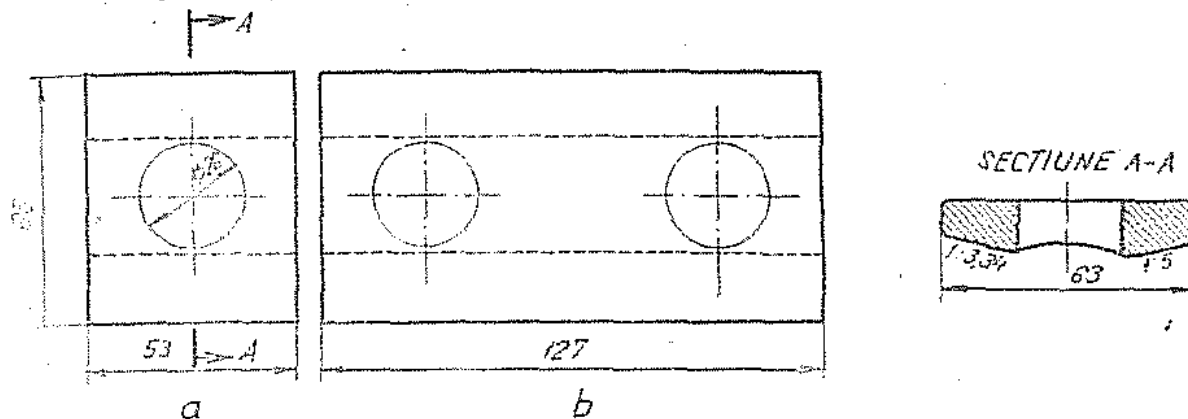


Fig.II.23. Clești tip 40: a/clește simplu; b/clește dublu

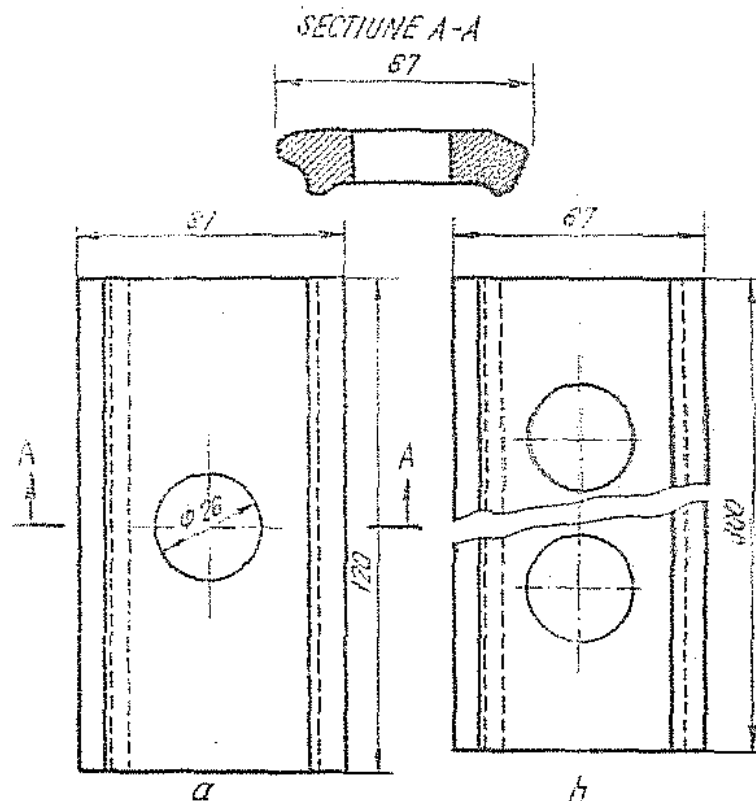


Fig.II.24. Clești tip 45: a/clește simplu; b/clește dublu

Cleștii prezentați anterior se utilizează la următoarele tipuri de prinderi :

- cleștele simplu tip 40, la prinderea șinelor tip 40 pe traverse de lemn și beton;
- cleștele dublu tip 40, la prinderea șinelor tip 40 pe traverse de lemn;
- cleștele simplu și dublu tip 45, la prinderea șinelor tip 45 pe traverse de lemn (la acest tip de șină nu se utilizează traverse de beton);

- cleștele tip 49, la prinderea șinelor tip 49, 54-E și 60 pe traverse de lemn și beton.

Cleștii se execută prin laminarea lingourilor din oțel OL 42 care conține 0,2-0,3% Cu pentru mărirea rezistenței la coroziune.

II.4. Inele resort

Inelele resort sînt elemente metalice care se interpun între diferite piese ce alcătuiesc o prindere sau o joantă și au rolul de a asigura o conlucrare permanentă între aceste piese, astfel încît sub acțiunea sarcinilor și vibrațiilor transmise de vehicule, piesele respective să nu se deplaseze sau să nu vibreze independent.

Introducerea inelelor resort conferă deci prinderii o anumită elasticitate.

Inelele resort pot fi așezate între capul tirfonului și placă, între capul tirfonului și clește, între piulița șurubului vertical și clește (la prinderile indirecte), sau între piulița șurubului orizontal și eclisă.

Inelele resort pentru calea ferată sînt de trei tipuri (STAS 1384-67) în funcție de numărul spirelor:

- inel resort simplu (fig.II.26) ;
- inel resort dublu (fig.II.27) ;
- inel resort triplu (fig.II.28).

Diametrul interior al inelului este cu 3 mm mai mare decît diametrul elementului de fixare (tirfon, șurub vertical sau șurub orizontal).

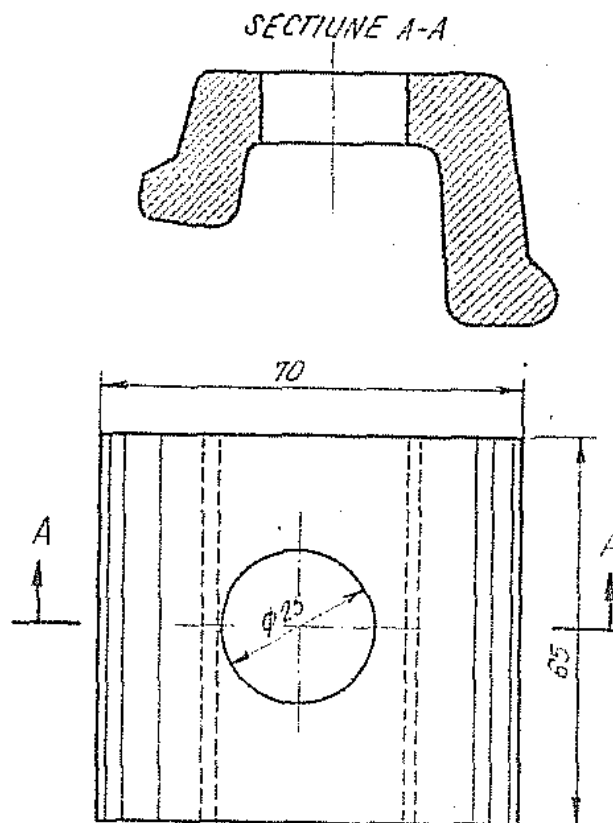


Fig.II.25. Cleștele tip 49

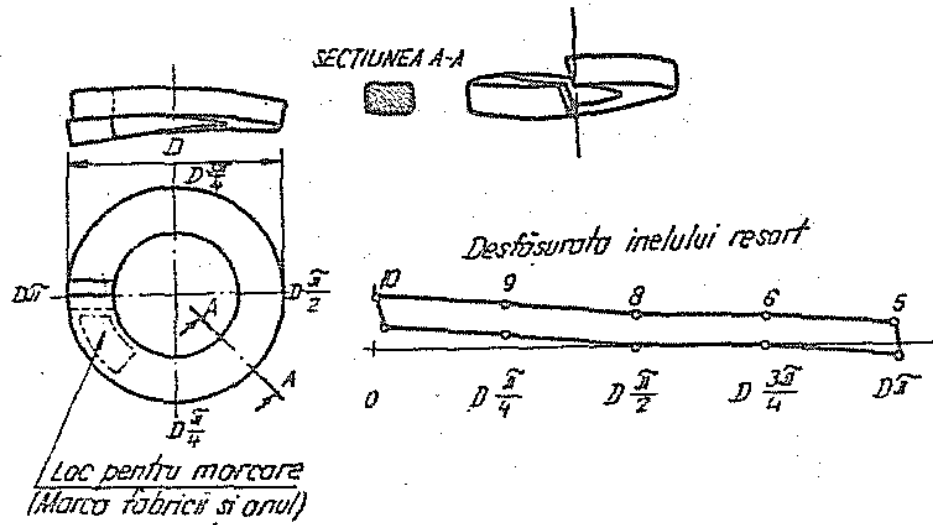


Fig. II.26. Inel resort simplu

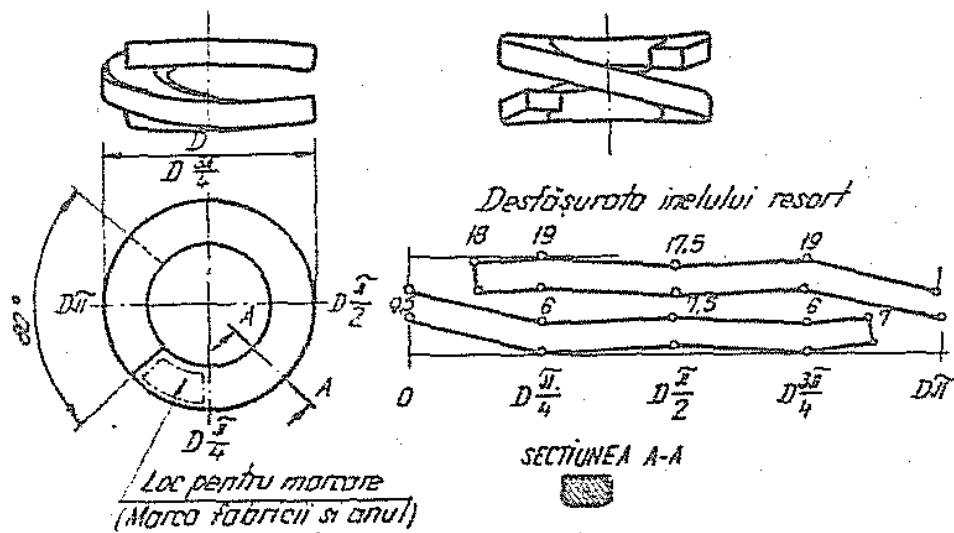


Fig. II.27. Inel resort dublu

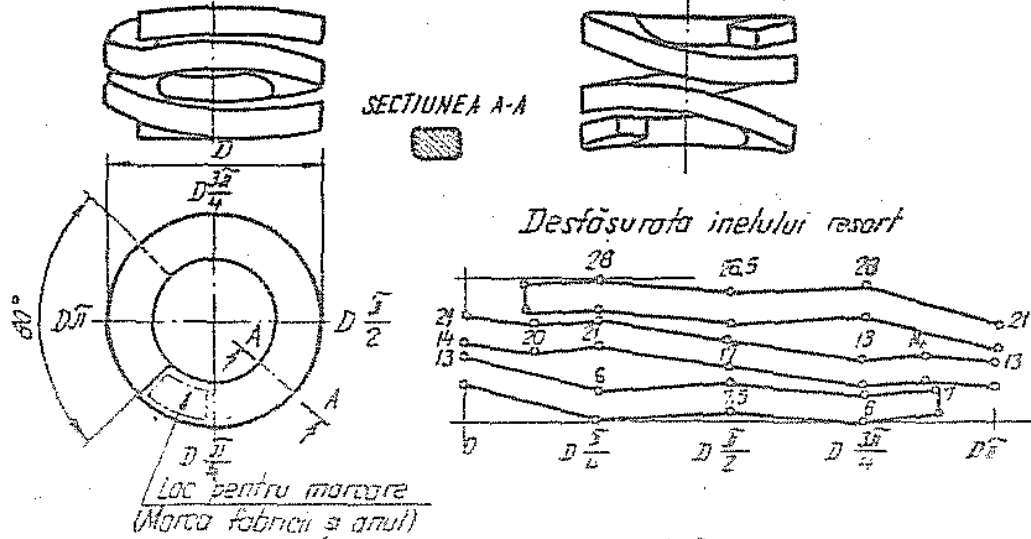


Fig. II.28. Inel resort triplu

Inelele resort se execută din oțel trapezoidal pentru inele resort (STAS 1771-68). Pentru a fi protejate contra coroziunii inelele resort pot fi vopsite sau acoperite cu pelicule de metal inoxidabil.

Spirele inelelor resort duble sau triple trebuie să se suprapună perfect când sînt complet strînse iar centrele teoretice să se afle pe axă comună, perpendiculară pe suprafețele de rezemare.

Suprafața inelelor resort nu trebuie să prezinte defecte, iar secțiunea să aibă grosime uniformă și cu muchiile rotunjite. Capetele inelelor vor fi retezate astfel ca muchiile să nu prezinte bavuri și rupturi.

Caracteristică pentru fiecare tip de inel este diagrama de legătură dintre sarcina de apăsare asupra inelului resort și reducerea înălțimii sale (fig. II.29).

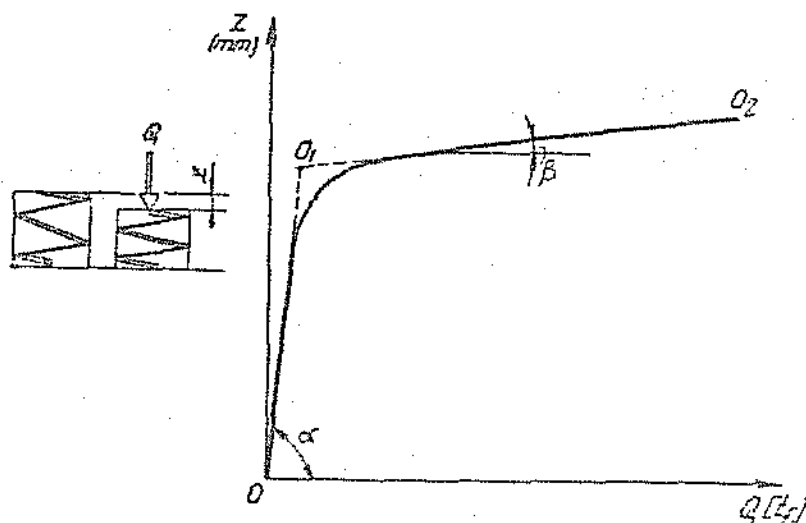


Fig. II.29. Diagrama caracteristică a inelului resort

Curba caracteristică de deformare a inelului resort este alcătuită din două drepte cu înclinări diferite: dreapta $O-O_1$ cu înclinarea α , arată legătura dintre forța aplicată pe inelul resort și comprimarea sa, până în momentul când s-a realizat contactul dintre spire (punctul O_1); dreapta O_1-O_2 , cu înclinarea β , când reducerea înălțimii inelului resort se produce prin îndreptarea spirelor care sînt realizate curbate.

II.5. C r a m p o a n e

Cramposanele sînt piese metalice care se folosesc pentru realizarea prinderilor la șinele de tip ușor și mediu, pe liniile cu ecartament îngust, sau pentru șine grele, pe linii secundare (linii de

tragera, linii de șantier etc).

Crampoanele au forma prezentată în fig.II.30 și se utilizează pentru fixarea directă a șinelor de traverse (fig. II.31) sau pentru fixarea șinei împreună cu placa suport de traversă (fig.II.32).

Un crampon trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- fețele și muchiile să fie netede, plane, fără lipsuri sau suprapuneri de material, fisuri sau crăpături;

- capul cramponului să se lipească bine de talpa șinei;

- capul să nu fie deformat și să permită scoaterea lui.

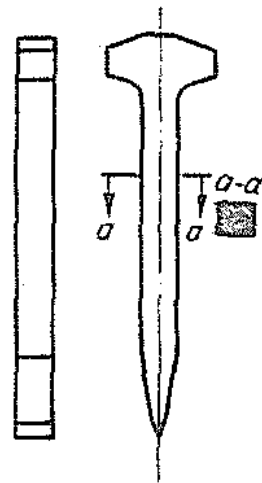


Fig.II.30. Crampon

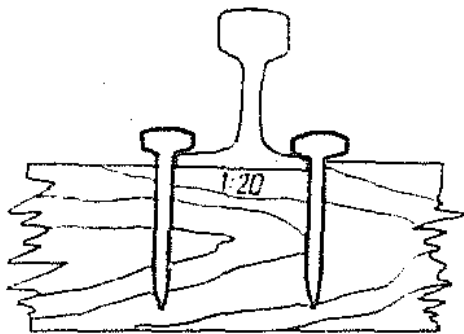


Fig.II.31. Prinderea directă fără placă cu crampoane (șina tip 18)

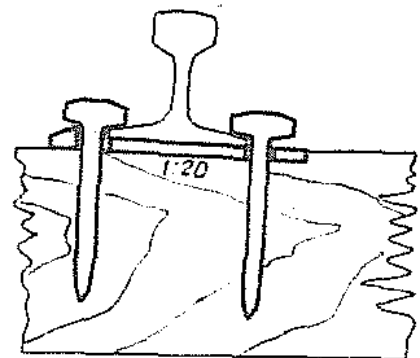


Fig.II.32. Prinderea directă cu placă și crampoane (șina tip 23,6)

Crampoanele STAS 1447-49) sînt de diferite dimensiuni, avînd lungimea cuprinsă între 110-160 mm și mărimea laturii tijei de 8-16 mm.

Crampoanele se introduc în traversă prin batere în găuri executate cu burghiu și a căror diametru este mai mic decît latura secțiunii cramponului cu 1-3 mm. Se execută găurirea traverselor cu

burghiul pentru a nu se distruge fibrele lemnului prin batere și pentru a evita crăparea în lung a traverselor. În găuri înainte de baterea crampoanelor se introduce creuzot de huiă pentru a împiedica putrezirea lemnului. Crampoanele asigură o forță de smulgere de 1500-2000 kgf.

În cazul prinderilor directe fără plăci (fig. II.31) se aşază două crampoane la exteriorul căii pentru preluarea sarcinilor orizontale transversale căii.

La prinderile directe cu placă se introduc două crampoane la interiorul căii, pentru asigurarea stabilităţii la răsturnare a şinei prin rezistenţa la smulgere a acestor tirfoane. Datorită existenţei plăcii, toate cele 3 crampoane participă la preluarea forţelor orizontale transversale.

Trecerea de la prinderea fără placă la cea cu placă a fost condiţionată de evitarea strivirii fibrelor din traverse, iar prin montarea a două crampoane spre interiorul căii s-a realizat şi mărirea stabilităţii la răsturnare a şinei.

Pentru asigurarea înclinării de 1:20 faţă de verticală a şinei se execută sabotarea traversei.

Prinderile cu crampoane fără placă sau cu placă sînt prinderi rigide, deoarece orice slăbire a tirfonului în raport cu traversa, conduce la dispariţia forţei de presare pe faţa superioară a tălpii şinei, respectiv se anulează rezistenţa la deplasare în lung a şinei.

II.6. T i r f o a n e

Tirfoanele sînt şuruburi cu cap special, utilizate pentru asamblarea suprastructurii căii, asigurînd - prin introducerea lor în traverse - fixarea şinelor.

Tirfoanele sînt standardizate (STAS 1521 - 68). Părţile principale ale unui tirfon sînt prezentate în fig. II.33.

Tirfoanele sînt de două tipuri, diferenţiindu-se prin forma de prelucrare a suprafeţei de contact de sub capul tirfonului:

- tipul A, la care suprafaţa de contact este înclinată la fel ca faţa superioară a tălpii şinei, contactul dintre capul tirfonului

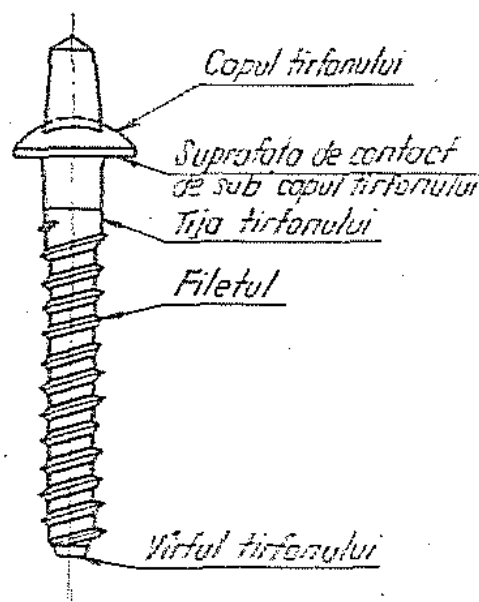


Fig. II.33. Tirfonul

și șină făcându-se direct (prinderea șinei tip 34,5 - vezi Cap.IV);

- tipul B, la care suprafața de contact este perpendiculară pe axa tirfonului (fig.II.35). Acest tip de tirfon se folosește la prinderile la care între capul tirfonului și șină se interpune un clește sau aripa unei eclise corniere (la prinderea de la joanta șinelor tip 40) și la prinderile indirecte pentru fixarea plăcii suport de traversă.

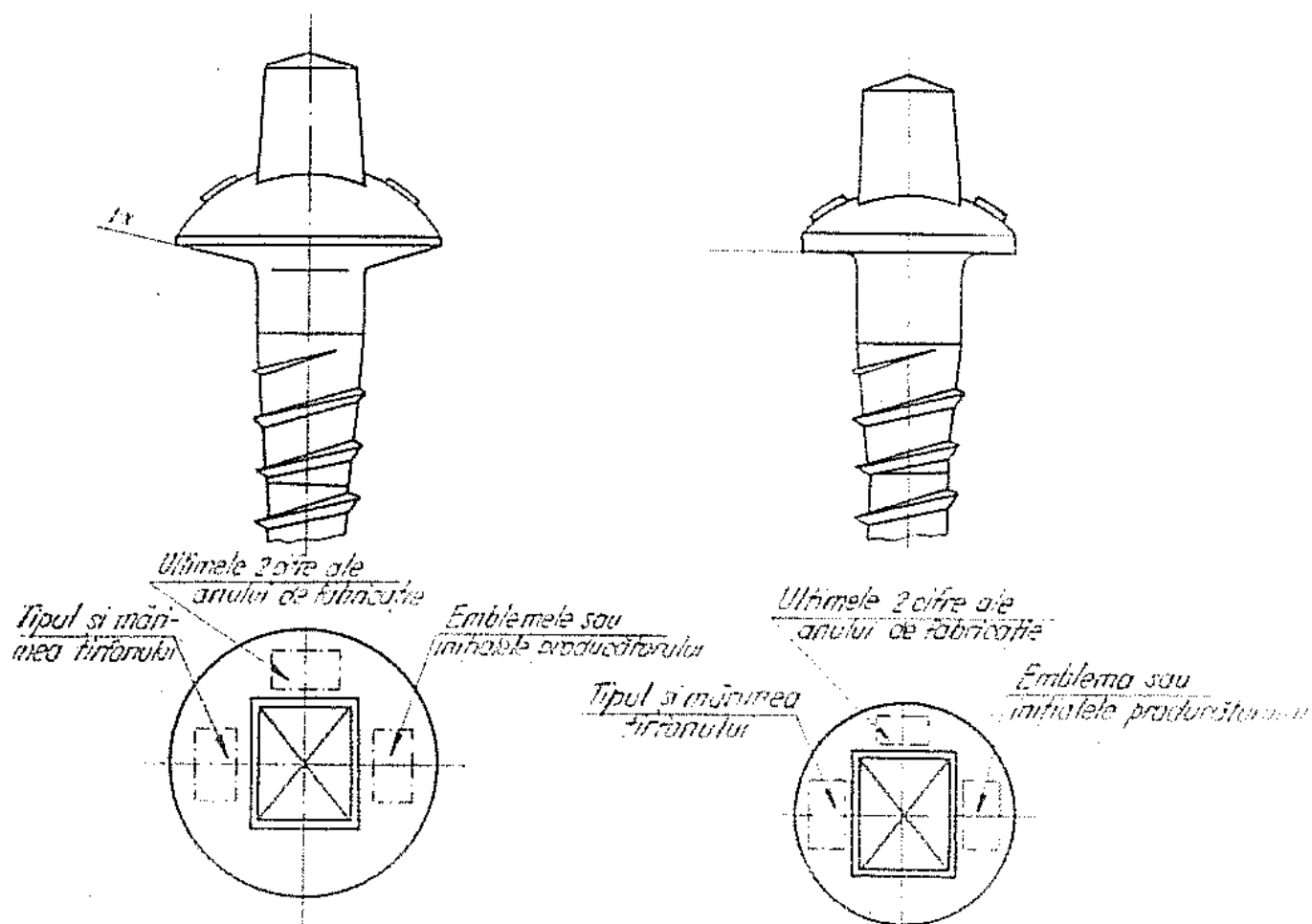


Fig. II.34. Tirfon tip A

Fig. II. 35. Tirfon tip B

Din punct de vedere al prelucrării filetului tirfoanele de tip A și B sînt de două feluri :

- pentru fixarea șinelor de traverse de lemn (fig.II.36 a);
- Pentru fixarea șinelor pe traverse de beton (fig.II.36 b);

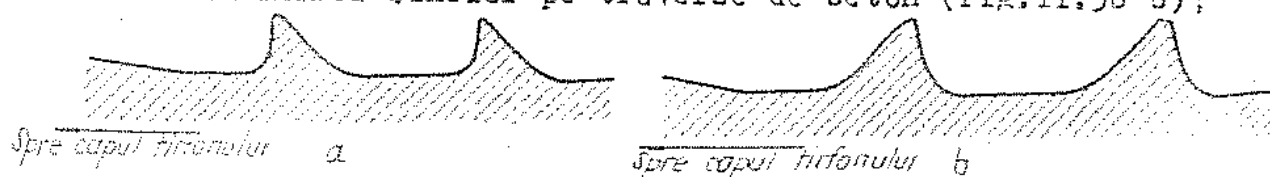


Fig.II.36. Filetul tirfoanelor; a/ pentru traverse de lemn; b/ pentru traverse de beton

Tirfoanele se introduc în traversele de lemn pe direcție perpendiculară pe fibre, iar la traversele de beton se înșurubează în dibluri (fig.II.37), paralel cu fibrele.

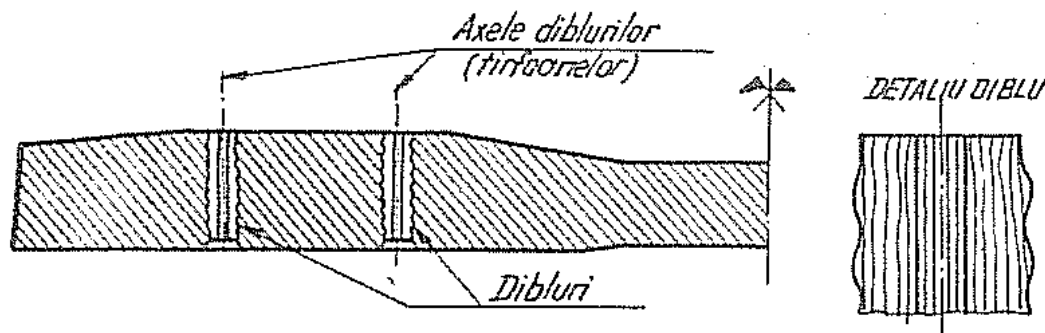


Fig.II.37. Dibluri pentru tirfoane la traversele de beton

Tirfoanele se introduc în corpul traversei de lemn sau în diblurile traverselor de beton, prin înșurubare în găuri executate anterior a căror diametru este mai mic cu 2-3 mm decât diametrul tijei tirfonului, pentru a se realiza o împănare bună. Este interzisă introducerea tirfoanelor prin batere. La tirfoanele utilizate în cazul traverselor de beton (la dibluri), rezistența la smulgere care rezultă pentru alcătuirea respectivă a filetelui este mai mare (fig.II.38).

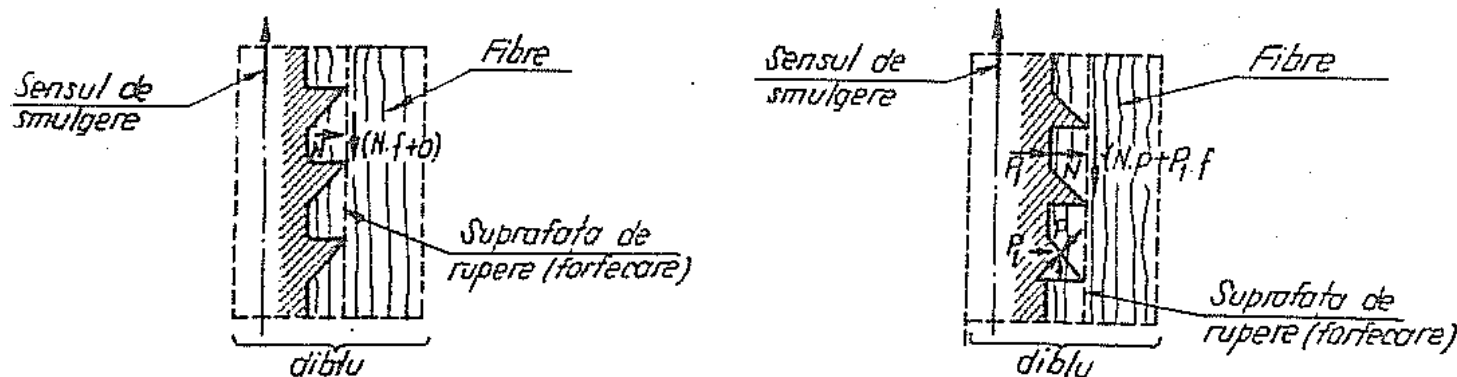


Fig.II.38. Rezistența la smulgere a tirfoanelor din dibluri

Din fig.II.38, se constată că forța de frecare pe suprafața de rupere, este mai mare în cazul tirfoanelor pentru traverse de beton (fig.II.38 b), datorită faptului că pe lângă forța normală N - datorată împănării tijei tirfonului în gaura diblului, care are diametru mai mic - apare și forța normală P_1 (s-a făcut ipoteza că aderența dintre fibrele lemnului din diblu este nulă).

În găurile traverselor de lemn sau ale diblurilor, în care se înșurubează tirfoanele, se introduce creuzot de huiă pentru a împiedica putrezirea lemnului.

Rezistența la smulgere a tirfoanelor este mai mare decât a cramponelor dar rezistența la forțe orizontale este mai redusă. Din acest motiv trebuie evitat ca tirfoanele să lucreze la forfecare prin presarea tălpilor șinei sau a plăcii pe tija lor, forțele orizontale trebuind să fie preluate numai prin frecarea dintre diferite elementele din alcătuirea prinderii.

Tirfoanele se execută din OL 38, ca o singură piesă, fără sudură prin refulare la cald. Filetul se execută prin rulare la cald iar vârful tirfonului prin frezare.

Tirfoanele se protejează pe toată suprafața prin vopsire cu un strat uniform de gudron, bitum fluidizat sau prin zincare.

Suprafața tirfoanelor trebuie să fie netedă, fără bavuri, crăpături, fisuri, suprapunerii de material, iar filetul să fie uniform.

Marcarea tirfoanelor se face imprimându-se în relief pe calota sferică prin forjare, elementele prezentate în fig.II.34 și II.35.

II.7. Șuruburi verticale

Șuruburile verticale cu filet metric sînt standardizate (STAS 3270-69) și se folosesc pentru fixarea șinei de placă în cazul prinderilor indirecte. Aceste șuruburi poartă denumirea de șuruburi SI, au lungimea variabilă (60-90 mm), în funcție de tipul de șină la care se folosesc și sînt prevăzute cu piulițe hexagonale forma B (STAS 3269-66).

Forma șuruburilor verticale SI și a piulițelor hexagonale corespunzătoare (forma B), este prezentată în fig.II.39.

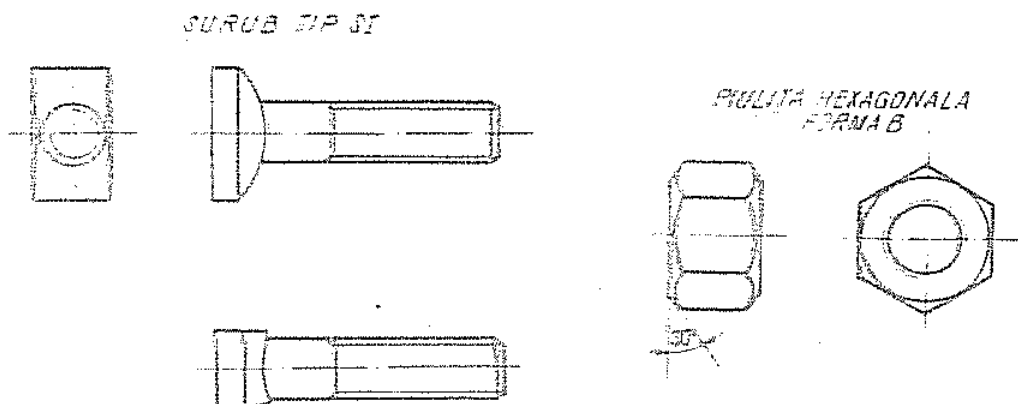


Fig.II.39. Șurubul vertical

Lungimea tijei șurubului vertical trebuie stabilită în așa fel încât după strângerea definitivă a piuliței, să rămână în afară cel puțin 2-3 spire.

Capul semirotund inversat al șurubului vertical este în concordanță cu forma lăcașului din rebordul plăcii suport în care se introduce pentru a fixa talpa șinei de placă (fig.II,40).

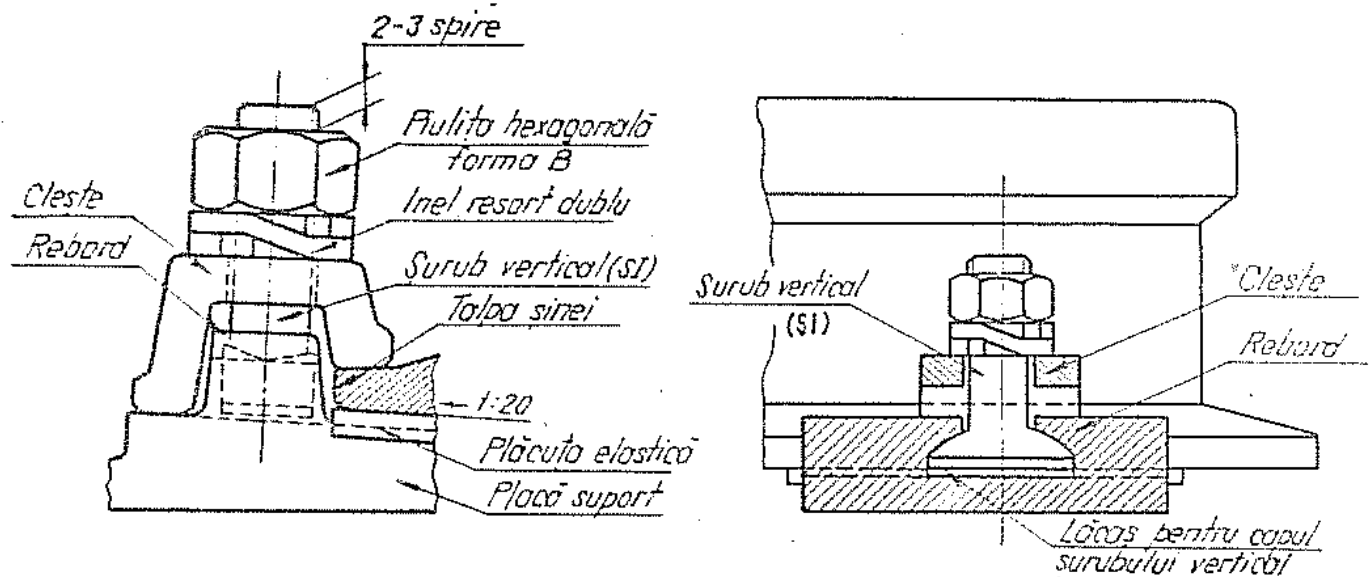


Fig.II.40 Asamblarea șinei de placa suport
cu ajutorul șurubului vertical SI

Piulița hexagonală trebuie să se înșurubeze puțin forțat pe filetul șurubului vertical; piulițele care se înșurubează prea ușor se slăbesc în scurt timp, sub influența circulației și nu mai asigură o prindere corespunzătoare.

II.8. Șuruburi orizontale

Șuruburile orizontale sînt elementele metalice ce intră în alcătuirea joantelor și se folosesc pentru legarea capetelor de șină între ele cu ajutorul ecliselor.

Șuruburile orizontale sînt standardizate (STAS 3270-69) au filetul metric și sînt prevăzute cu piulițe hexagonale (STAS 3269-66).

Forma și dimensiunile unui șurub orizontal trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

- capul sau tija șurubului orizontal să aibă forma și dimensiunile corelate cu eclisele corespunzătoare în așa fel încît să fie împiedicată rotirea sa la strângerea piuliței ; la șina tip 40 eclisa

are o îngropare ca în fig.II.10, iar capul șurubului orizontal este pătrat și sprijină cu una din laturi în aceeași îngropare; la șina tip 45 găurile din eclisă sînt ovale (fig.II.19), iar șuruburile orizontale cu tijă, pe o porțiune din vecinătatea capului, de asemenea ovală; la șinele tip 49, 54-E și 60, eclisele au pe fața exterioară un intrînd cu dimensiunea puțin mai mare decît latura pătratului capului șurubului orizontal (fig.II.20);

- lungimea tijei să fie corespunzătoare, astfel încît după strîngerea definitivă a piuliței să rămînă în afară cel puțin 2 - 3 spire;

- diametrul tijei să corespundă tipului de șină (diametrul găurii din inima șinei) astfel încît să asigure jocul necesar formării rostului maxim de dilatație admis, pentru tipul respectiv de șină, fără să se producă deformarea tijei.

În fig.II.41, II.42 și II.43 sînt prezentate șuruburile orizontale și piulițele hexagonale corespunzătoare pentru șinele tip 40, 45 și respectiv 49 (54-E și 60).

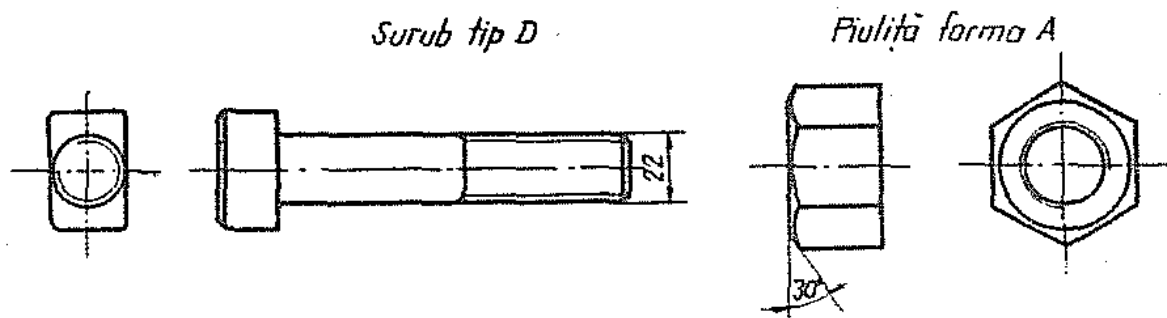


Fig.II.41. Surubul orizontal pentru eclisarea șinelor tip 40

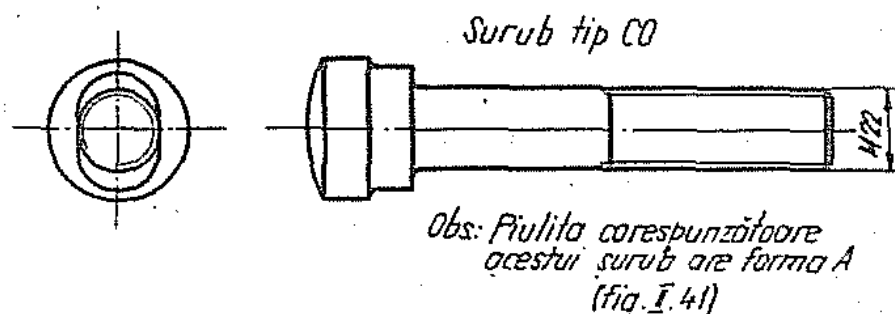


Fig.II.42. Surubul orizontal pentru eclisarea șinelor tip 45

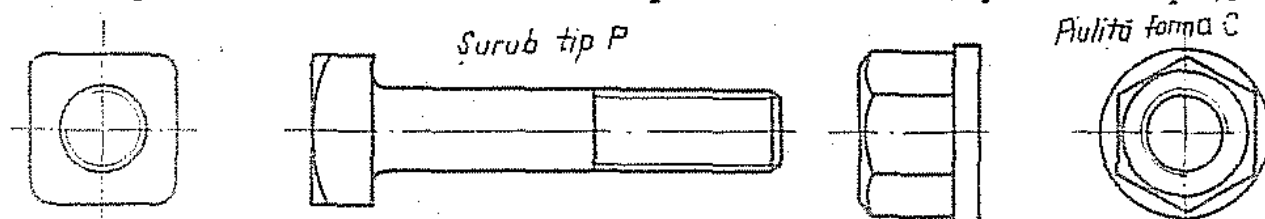


Fig.II.43. Surubul orizontal pentru eclisarea șinelor tip 49
(54 - E, 60)

II.9. Plăci intermediare

Plăcile intermediare sînt elemente care se interpun între talpa şinei şi placa suport sau între aceasta din urmă şi faţa superioară a traversei de beton.

Plăcile intermediare se confecţionează din lemn de plop împregnat, cauciuc, polietilenă etc. Rolul acestor plăci intermediare este următorul :

- mărirea coeficientului de frecare de alunecare dintre şină şi placa suport şi dintre placa suport şi traversa de beton (coeficientul de frecare dintre oţel şi materialul din placa intermediară este mai mare decît coeficientul de frecare oţel pe oţel sau oţel pe beton);

- mărirea elasticităţii prinderilor;

- repartizarea uniformă a sarcinilor pe placa metalică şi respectiv pe faţa superioară a traversei;

- amortizarea vibraţiilor şinei şi a celorlalte elemente metalice din alcătuirea prinderilor;

- reducerea uzurii mecanice a traverselor de beton;

- asigurarea izolării electrice, în special pe liniile electrice construite cu traverse de beton armat, pe liniile înzestrate cu bloc automat sau pe liniile din staţiile centralizate electrodinamice.

Plăcile intermediare din lemn de plop se aşază sub talpa şinelor tip 49 şi 54-E şi au formă dreptunghiulară (fig.II.44), cu o dimensiune egală cu lăţimea tălpilor şinei. Plăcile de lemn se comprimă şi se împregnează cu aceleaşi antiseptice ca şi traversele de lemn. Înainte de comprimare şi împregnare plăcile de plop au grosimea de 10 mm iar prin comprimare grosimea lor se reduce cu 40%.

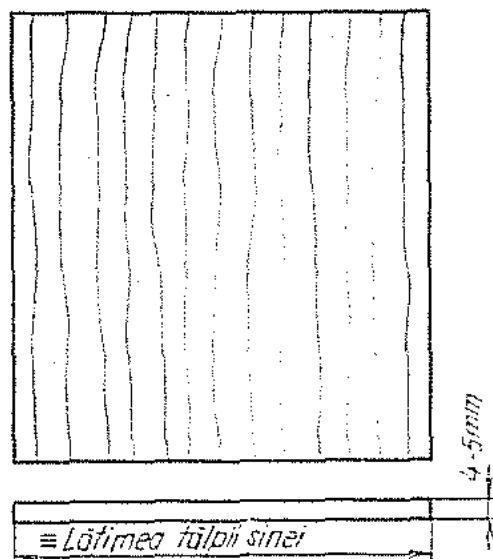


Fig.II.44. Placa intermediară de plop

Placa intermediară din lemn de plop are dezavantajul că sub circulaţie se roteşte în raport cu placa suport şi se deplasează în lungul şinei odată cu aceasta, ajungînd în situaţia de a nu mai rezema

pe toată suprafața plăcii suport de sub talpa șinei, fapt ce conduce la transmiterea excentrică a sarcinilor dinamice verticale de la șină la traversă. Datorită acestui fapt și în vederea economisirii materialului lemnos, s-a trecut la utilizarea plăcilor intermediare din cauciuc, prevăzute cu reborduri (fig.II.45) care se opresc în laturile plăcii suport perpendiculare pe direcția axei șinei și împiedică astfel deplasarea.

Plăcile intermediare din lemn de plop, de sub talpa șinei, pot fi utilizate și pentru rectificarea nivelului în lung, în special pe liniile cu joante sudate și pe liniile unde apar cocoșe din îngheț.

În cazul folosirii traverselor de beton precomprimat pe fețele traverselor ce vin în contact cu placa suport, se montează plăci intermediare din cauciuc (la șina tip 40 - fig.II.46), sau din polietilenă (la șinele tip 49, 54-E și 60 - fig.II.47).

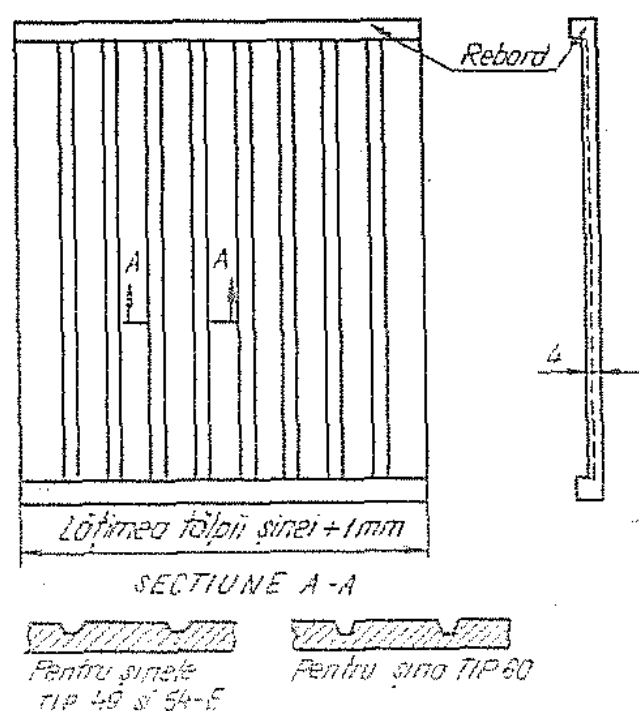


Fig. II.45. Placă intermediară de cauciuc

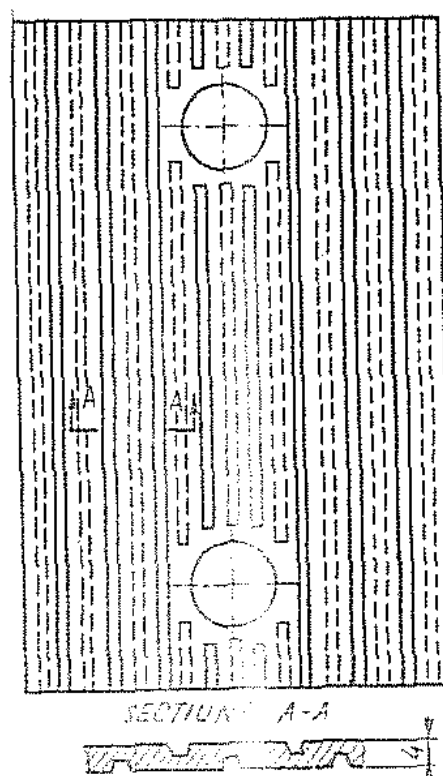


Fig. II.46. Placă intermediară de cauciuc pe traversele de beton pentru șina tip 40

Dimensiunile acestor plăci intermediare depășesc cadrul plăcii suport metalice cu maximum 5 mm și prezintă găuri prin care pătrund tirfoanele în diblurile traversei.

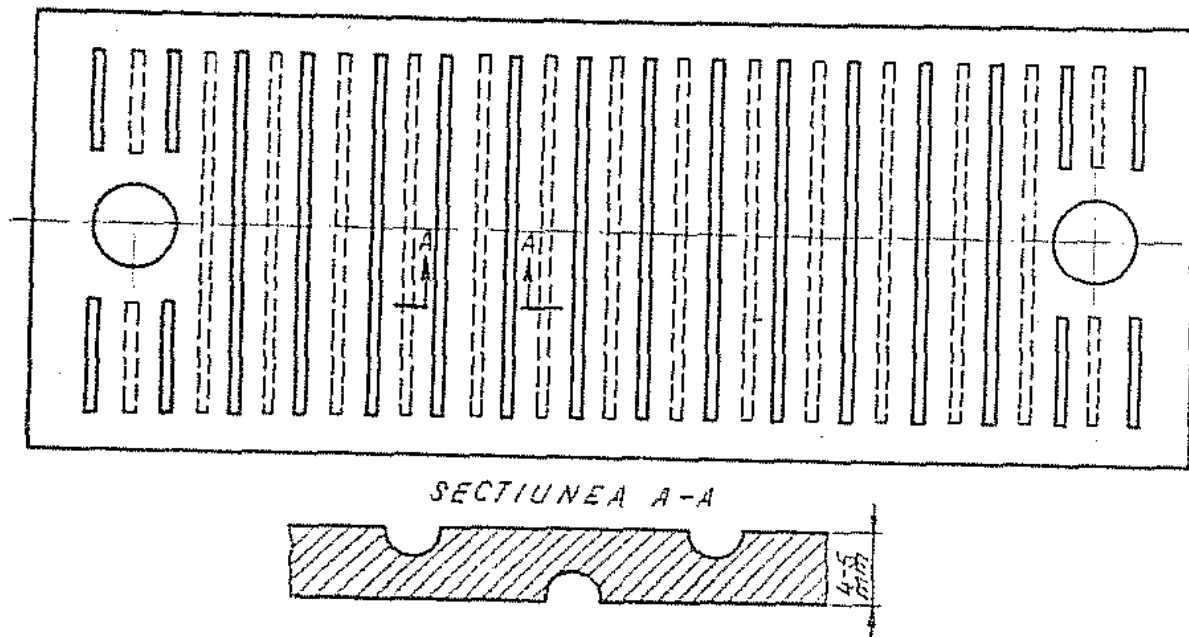


Fig. II. 47. Placă intermediară de polietilenă pe traversele de beton pentru șinele tip 49,54.E și 60

Inițial, la calea pe traverse de beton, placa suport a fost montată pe un strat de bitum-cauciuc cu grosimea de 3 mm, fără inele resort sub capul tirfoanelor. Această rezolvare s-a dovedit necorespunzătoare deoarece sub acțiunea căldurii stratul de bitum-cauciuc se înmuia și era refulat, iar placa suport ne mai fiind presată de tirfoane, vibra.

Apoi această prindere a fost îmbunătățită prin introducerea inelelor resort sub capul tirfoanelor totuși nefiind asigurată rezistența electrică necesară funcționării circuitelor de cale, prinderea cu strat de bitum cauciuc sub placa suport poate fi folosită numai atunci când linia nu este echipată cu circuite de cale.

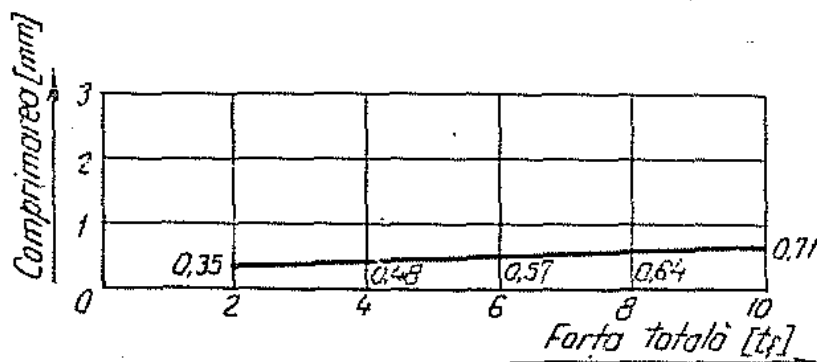


Fig. II. 48. Diagrama caracteristică pentru o placă intermediară din cauciuc

Fiecare tip de placă suport este caracterizată din punct de

vedere al modului cum contribuie la mărirea elasticității prinderii, prin diagrama caracteristică care exprimă legătura dintre forța totală de apăsare și comprimarea verticală. În fig. II.48 este aratăată diagrama caracteristică pentru o placă intermediară din cauciuc cu grosimea de 5 mm.

Pentru mărirea proprietății de deformabilitate elastică la plăcile intermediare se execută șanțulețe (vezi fig. II.45-II.47).

II.10. Dispozitive contra fugirii șinelor

Fugirea căii este provocată de forțele orizontale longitudinale care acționează asupra ei.

Fugirea șinelor se produce, în general, în sensul de mers al vehiculelor, cauza principală fiind încovoierea șinei.

Pe o linie simplă în palier, fugirea șinelor se produce în sensul traficului predominant.

Fugirea șinelor se produce în pante (frînări), în zonele semnalelor de intrare (frînări), în zonele unde se produce demararea locomotivelor etc. La calea fără joante, la extremitatea tronsonului sudat trebuie împiedicată cât mai mult deplasarea capătului liber (vezi capitolul X).

Dispozitivele care asigură oprirea fugirii șinelor trebuie astfel concepute încât forța longitudinală de la șină să fie transmisă direct la traversă și nu prin intermediul prinderii.

Acțiunea forțelor longitudinale asupra căii poate avea ca efecte:

- alunecarea șinelor pe plăcile suport;
- alunecarea șinelor împreună cu traversele în prisma de balast.

A doua situație apare atunci când prinderea este foarte puternică și rezistența opusă de balast este mică.

La șinele tip 40-45 și mai mici rezistența care se opune la deplasarea șinelor împreună cu traversele în prisma de balast este mai mare decât rezistența care se opune la alunecarea șinelor pe plăcile suport. În acest caz pentru a împiedica alunecarea șinelor pe plăcile suport trebuie prevăzute dispozitive contra fugirii, care să asigure fixarea șinelor de traverse.

La șina tip 49, pentru calea clasică cu joante (șina de 15-30 m), în timp de vară rezistența care se opune la alunecarea șinei pe plăci este mai mare decât rezistența care se opune la deplasarea șinelor împreună cu traversele în prisma de balastare. În timpul iernii - când balastul este înghețat - situația este inversă.

Atunci cînd se produce alunecarea șinelor pe plăci fenomenul se numește fugirea șinelor, iar cînd are loc alunecarea șinelor împreună cu traversele în prisma de balastare, avem de-a face cu fugirea căii.

Suprastructura căii trebuie astfel realizată încît să se poată conta pe cît posibil pe cea mai mare din cele două rezistențe arătate anterior, iar dispozitivele contra fugirii șinelor au rolul ca prin împiedicarea fugirii șinelor să mobilizeze rezistența opusă de balast la deplasarea longitudinală a căii.

Cele mai utilizate dispozitive contra fugirii șinelor sînt dispozitivele elastice. În afara acestora, mai sînt încă standardizate eclisele intermediare. În trecut s-au folosit clemele Oetl.

Clema Oetl (fig. II.49) se confecționează din fier lat cu secțiunea de 30 x 60 x 5 mm și se aplică pe talpa șinei lipită de placa suport. Înainte de montare clema se încălzește iar prin răcire se fixează bine de talpa șinei. Dezavantajul acestei cleme este acela că transmite forța longitudinală asupra prinderii (tîrfoanele sînt solicitate la forfecare) și nu asupra traversei.

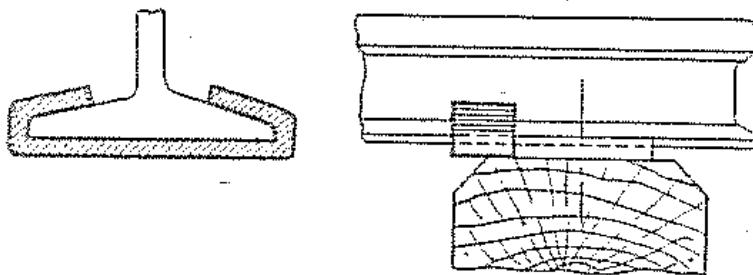


Fig. II.49. Clema Oetl

Eclisele intermediare (fig. II.50) se folosesc pentru împiedicarea fugirii șinelor tip 40 și prezintă dezavantajul că transmiterea forțelor longitudinale la traversă se realizează tot prin intermediul elementelor de fixare (tîrfoane). Eclisa intermediară este standardizată (STAS 2952-68).

Dispozitivele elastice (fig. II.51) se folosesc pentru toate tipurile grele de șină, atît la traversele de lemn cît și la cele de beton.

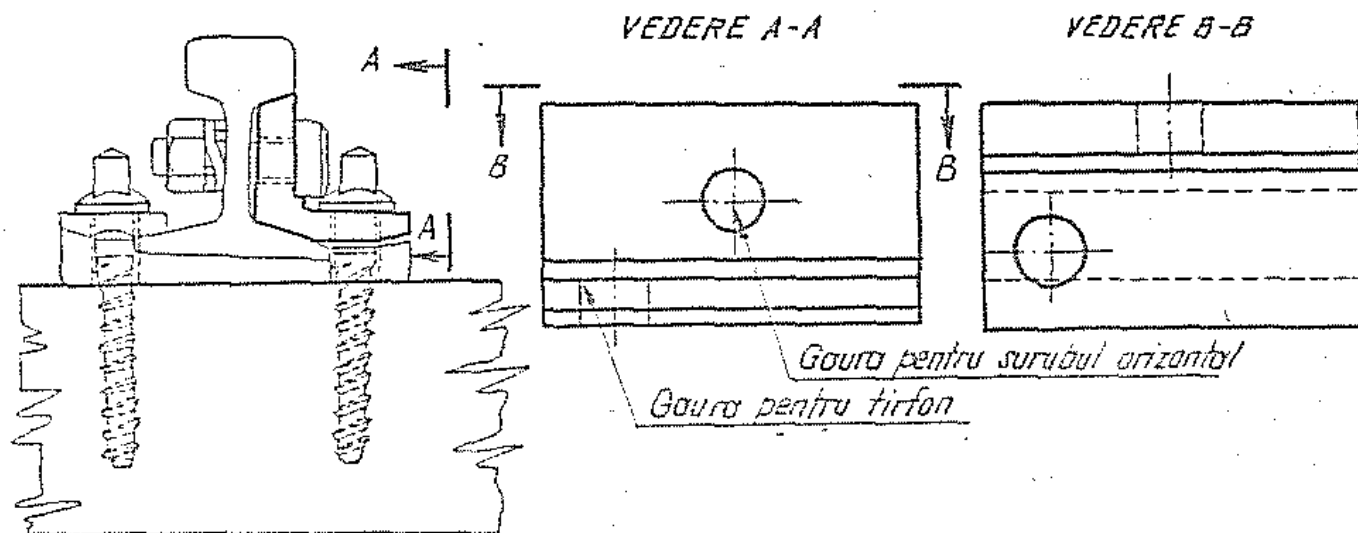


Fig. II.50. Eclisa intermediară tip 40

Pentru flexare tip de şină există câte două astfel de dispozitive cu înălţimea buclei de 50 mm sau 70 mm în funcţie de secţiunea transversală a traverselor. Aceste dispozitive elastice au avantajul că transmit forta longitudinală direct pe traverse. Sînt confecţionate din oţel arc cu secţiunea 40 x 10 mm prin forjare în matriţe.

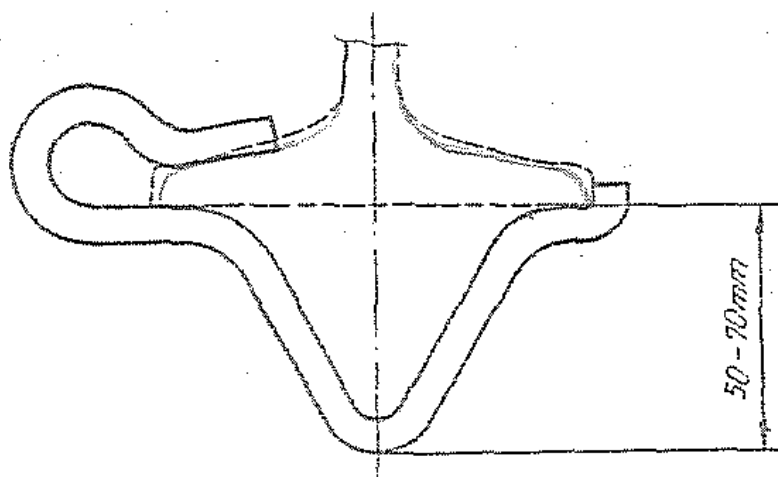


Fig. II.51. Dispozitiv elastic contra fugirii şinelor

Aceste dispozitive se montează pe talpa şinei, lipite de feţele laterale ale traverselor şi trebuie să asigure - după cinci montări şi demontări succesive - preluarea unei forţe longitudinale de 500 kgf/bucată.

La o traversă se montează 2 asemenea dispozitive elastice. Deoarece forța de fugire pentru un panou de 15 m lungime, este de 8 - 10 tf, rezultă că pe un panou trebuie montate mai multe dispozitive elastice.

Cu ocazia refacțiilor de linii sistemele mai vechi care nu au dat rezultate satisfăcătoare - se înlocuiesc toate cu dispozitive elastice (la tipurile de prinderi care impun folosirea lor).

Dispozitivele contra fugirii șinelor nu se montează pe ambele fețe ale traverselor (la fiecare traversă se pun câte 2 pe partea traversei care se opune forței de fugire). Dacă fugirea panoului poate avea loc în ambele sensuri, pe jumătate din panou se pun dispozitive care împiedică fugirea în sens contrar. Dacă dispozitivele se pun pe ambele părți ale traversei se produce deburarea rapidă a traversei, care prinsă de într-un clește de cele două dispozitive, se rotește când într-o parte când într-alta după cum se înconvoaie șina.

Numărul de dispozitive depinde - pentru o linie dată - de : felul liniei (simplă sau dublă); poziția panoului de șină în profilul în lung; de lungimea panoului; de sarcina pe osie; viteza de circulație; de intensitatea traficului.

Capitolul III

TRAVERSELE DE CALE FERATA

Traversele se clasifică în funcție de materialul din care sînt confecționate în:

- traverse de lemn;
- traverse de beton;
- traverse metalice.

În țara noastră se folosesc traversele de lemn și cele de beton armat precomprimat. S-au folosit și traverse de beton armat obișnuit; din cauză că betonul nu rezistă bine la întindere, acestea nu au dat cele mai bune rezultate.

Traversa trebuie să îndeplinească următoarele roluri :

- să preia sarcinile de la șine și să le transmită la patul căii;
- să asigure menținerea lărgimii căii;
- să asigure poziția stabilă în spațiul a căii (la această acțiune contribuind și balastul).

Traversa constituie o bară de legătură între cele două șine, asigurînd în acest fel lărgimea căii.

Dacă traversele nu ar fi înglobate în prisma de balast, cadrul șine-traverse ar avea posibilitatea, sub acțiunea forțelor ce acționează asupra sa, să se deplaseze în plan orizontal și vertical.

III.1. Modul cum lucrează traversa

Solicitarea principală a traversei este încovoierea (fig.III.1), sub acțiunea încărcărilor verticale provenite de la șine și a reacțiunii balastului.

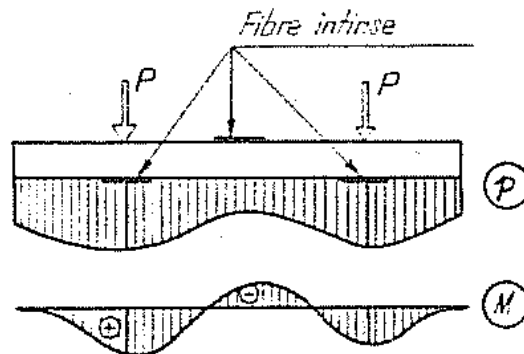


Fig. III. 1. Solicitarea la încovoiere a traversei

Momentele maxime de încovoiere apar la traversă în dreptul șinelor (pozitive) și în zona centrală (negative).

Pentru traversele de lemn presiunile maxime pe talpă se dezvoltă în dreptul șinelor iar în partea centrală presiunile sînt mai reduse

(fig.III.2 a). Datorită presiunilor mai mari ce apar pe talpa traverselor în dreptul șinelor, în aceste zone se poate depăși capacitatea portantă a patului de balast, iar în urma refulării laterale ale materialului din prisma de balast, este posibil ca traversa să ajungă în decursul timpului să rezeme numai în zona centrală (fig.III.2 b). În această situație calea este în echilibru nestabil; un mic spor cu ΔP al sarcinii pe unul din cele două fire de șină poate provoca rotirea căii. Drept urmare nu este permisă în cale o astfel de rezemare, deoarece pe lângă faptul că provoacă o sollicitare puternică la încovolare a traversii în zona centrală, calea nu este stabilă în spațiu (lucrează ca o balanță).

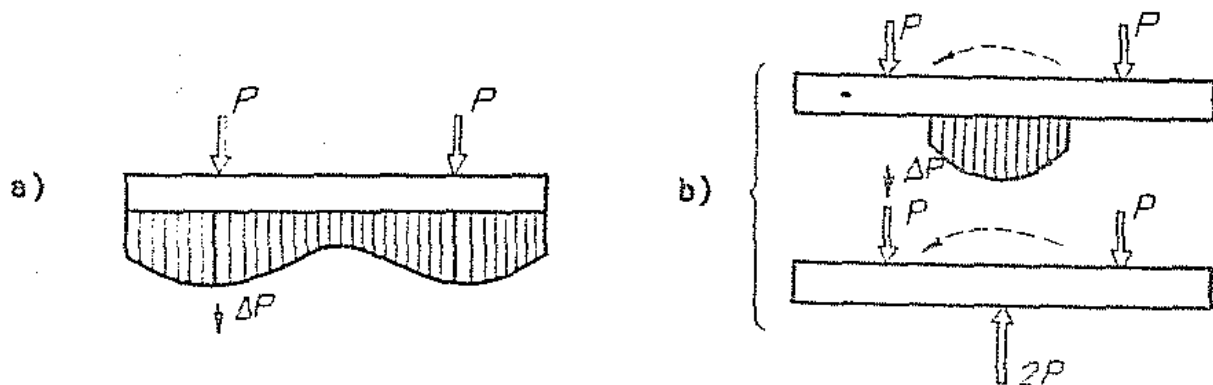


Fig.III.2. Moduri de rezemare ale traversii de lemn.

a) rezemare corespunzătoare; b) rezemare necorespunzătoare

Traversa lucrează în condiții normale când rezemarea se produce simetric, de o parte și de alta a fiecărui fir de șină, pe lungimea $2u$ (fig.III.3); din acest considerent și burarea traverselor se face pe aceste zone ($2u$).

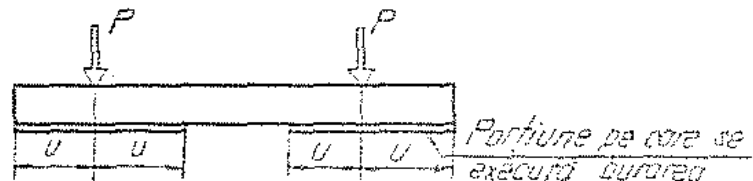
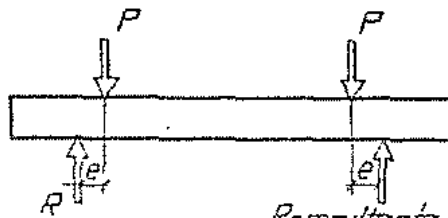


Fig.III.3. Modul normal de rezemare a traversii

Stabilitatea în spațiu a căii este asigurată în condiții și mai bune dacă rezultanta reacțiunilor patului are o mică excentricitate (e), spre capătul traversii, în raport cu verticala din dreptul șinelor (fig.III.4).



R = rezultanta reacțiunilor patului

Fig. III.4. Poziția rezultatelor reacțiunilor balastului în raport cu forțele verticale din dreptul șinelor, corespunzătoare unei stabilități sporite a căii

În unele țări, la traversele de beton se marchează pe fața traversei, în spațiul dintre cele două șine, un semn pînă la care trebuie făcută burarea. La traversele de beton s-a luat această măsură deoarece în caz de nerespectare a zonei de burare se poate produce fisurarea traversei în zona centrală.

Admițînd o distribuție uniformă a presiunilor pe talpa traversei pe distanța $2u$ (imediat după burare), diagrama de momente încovoietoare este ca în fig. III.5.

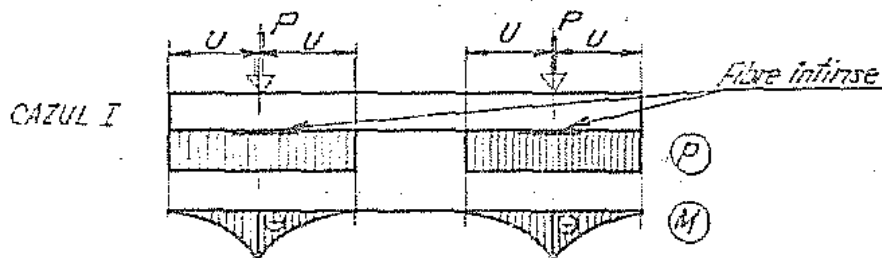


Fig. III.5. Reacțiunile balastului pe talpa traversei și momentele încovoietoare imediat după burare

Cu timpul, sub influența circulației și a condițiilor de mediu, patul căii suferă deformații remanente și situația existentă în cale imediat după burare (care se aproximează ca în fig. III.5-cazul I) se modifică, ajungîndu-se la situații care pot fi approximate după schemele din cazurile II și III (fig. III.6 a și III.6 b), cînd traversele reasemă și în zona centrală.

Din măsurătorile efectuate la o cale stabilizată^{x)}, pe traverse de lemn, precum și din calcule, rezultă că distribuția presiunilor pe talpa traversei de lemn este de forma prezentată în fig. III.7; valoarea maximă apare în dreptul șinei.

a) A se vedea modul cum lucrează în timp prisma de balast (Capitolul V).

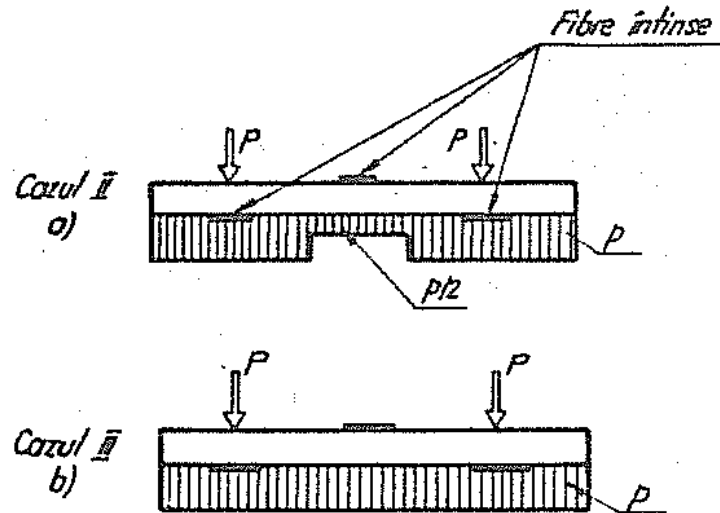


Fig. III.6. Situații de rezemare a traverselor în timp datorită efectului circulației și a condițiilor de mediu

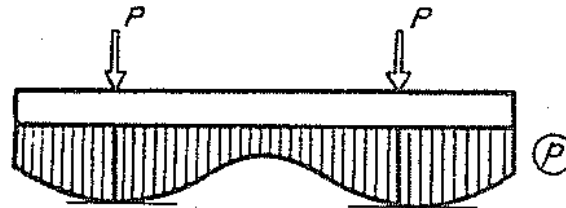


Fig. III.7. Distribuția presiunilor pe talpa traversei de lemn pentru o cale stabilizată

Pentru traversele de beton, valoarea maximă a presiunii se dezvoltă în punctele corespunzătoare capetelor traversei (fig. III.8).

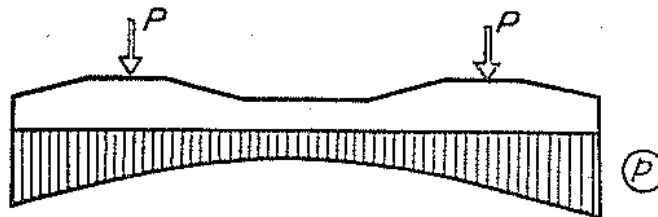


Fig. III.8. Distribuția presiunilor pe talpa traversei de beton pentru o cale stabilizată

Forțele orizontale (transversale și longitudinale căii) care se transmit traversei sînt preluate de materialul din prisma de balast astfel :

- forțele longitudinale căii transmise traverselor (Q_p), sînt preluate prin rezistența pasivă a materialului din prisma de balast

(P_p) și prin forțele de frecare^{ce} apar pe talpa traversei (F_t) și pe suprafața capetelor traversei (F_c) - fig.III.9;

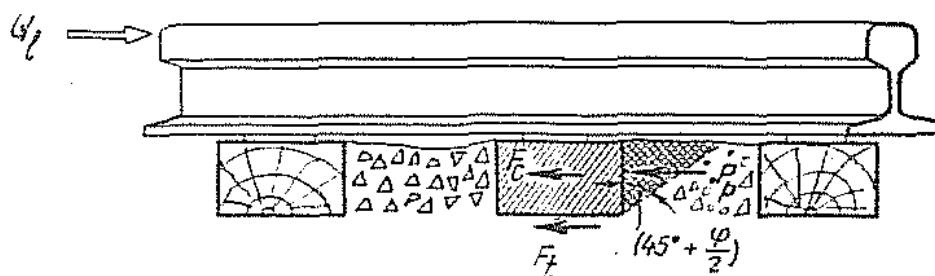


Fig.III.9. Preluarea forțelor longitudinale ce se transmit traverselor

- forțele orizontale transversale (Q_t) sînt preluate prin rezistența pasivă a balastului din capul traversei (P_p) și prin frecările dintre talpa (F_t) și laturile traverselor (F_l) cu materialul din prisma de balast (fig.III.10).

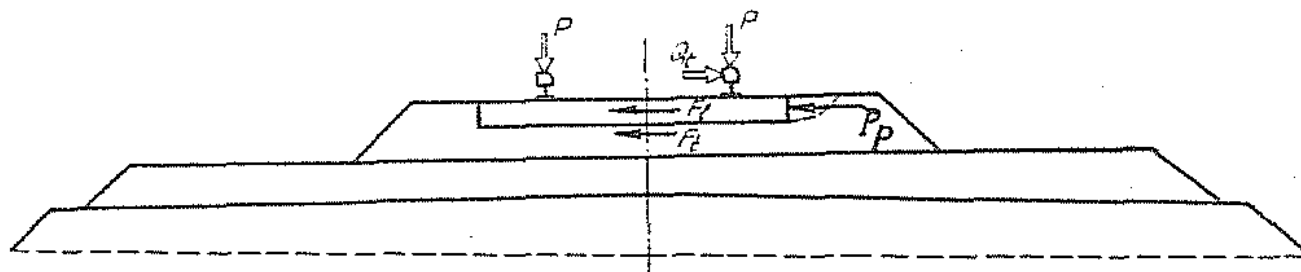


Fig.III.10. Preluarea forțelor orizontale transversale căii ce se transmit asupra traverselor

III.2. Traversele de lemn

După destinație, traversele de lemn masiv pentru căi ferate sînt:

- traverse normale, utilizate pentru căi ferate cu ecartament normal;
- traverse înguste, utilizate pentru căi ferate cu ecartament îngust;
- traverse pentru poduri;
- traverse speciale, utilizate pentru aparate de cale și la linii încălecate.

În funcție de lungimea lor și de dimensiunile în secțiune transversală, traversele normale de lemn sînt de două categorii :

- categoria I, cuprind traversele cu lungimea de 2,60 m și 2,50 m;

- categoria II, cuprind traversele cu lungimea de 2,40 m.

După calitate (conform STAS 330/2-72) traversele normale de lemn sînt de calitatea I și calitatea II.

Din punct de vedere al formei secțiunii transversale, traversele de lemn sînt de mai multe tipuri (fig.III.11) :

- tip A_1 , prelucrate pe toate cele patru părți cu muchiile ascuțite;
- tip A_2 , prelucrate pe patru părți cu muchiile feței superioare tegite la 45° ;
- tip B, prelucrate pe trei părți (față, talpă și o latură), cealaltă latură fiind prelucrată parțial, pe o porțiune rămînînd curbura naturală a bușteanului;
- tip C, prelucrate pe două părți (față și talpă), fețele laterale păstrînd curbura naturală a bușteanului.

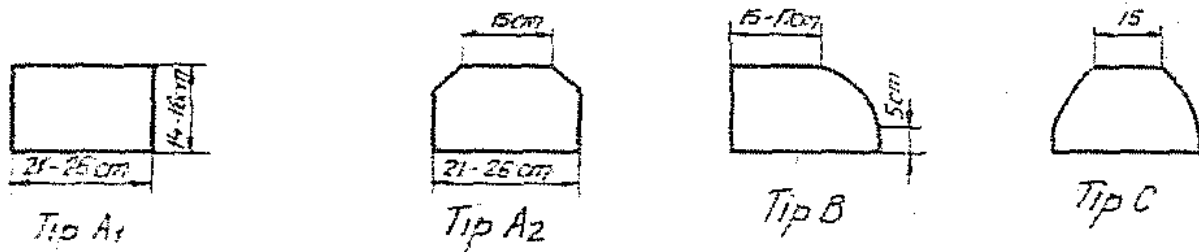


Fig.III.11. Forma secțiunii transversale la traversele de lemn

Traversele normale de cale ferată se pot confecționa din următoarele specii lemnosae: fag, stejar, gorun, gîrniță, cer, aln, salcîm.

Lemnul care este folosit la confecționarea traverselor trebuie să posede calitatea de a putea fi impregnat, pentru a preveni putrezirea (stejarul și fagul se impregnează bine). O traversă de fag neimpregnată are o durată de serviciu în cale de 2-3 ani, iar una de stejar de 2-10 ani. Datorită scurtei durate medii de serviciu în cale, folosirea traverselor neimpregnate nu este economică. Prin impregnare se sporește durata de serviciu a traverselor de fag la ~ 20 ani, iar a celor de stejar la ~ 25 ani. Dacă traversele se repară și se refolosesc pe linii secundare durata lor de serviciu sporește peste limitele arătate mai înainte.

Lemnul din care se confecționează traversele trebuie să posede totodată calitatea de a nu trăsa ușor în lungul fibrelor.

În secțiunea transversală a traversii de lemn se deosebesc următoarele părți: fața, talpa și laturile (fig.III.12 a). În lungul

traversei se disting): locul de fixare a plăcilor de rezem a șinelor (cîte 20 cm de o parte și de alta a axei șinei, pe fața superioară a traversei) și zona de fixare a plăcilor de rezem a șinelor (fig.III.12 b).

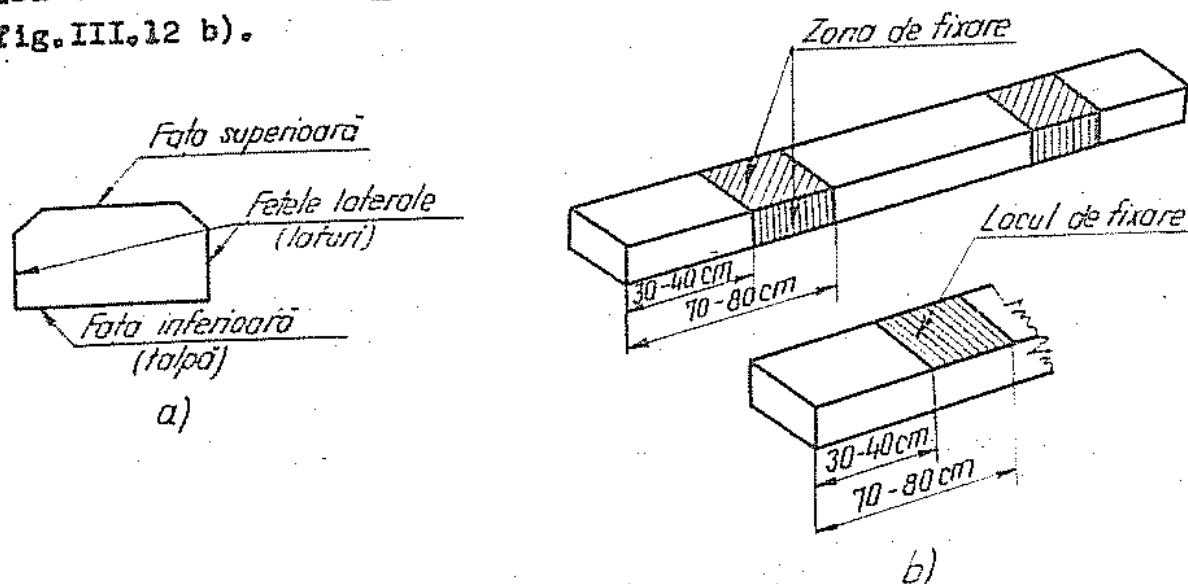


Fig.III.12. Elementele traversei de lemn:
a) în secțiune transversală; b) în elevație

Alegerea secțiunii transversale a traversei de lemn se face astfel încît să fie respectate următoarele condiții :

- secțiunea să poată prelua momentul încovoietor;
- fața superioară a traversei să permită amplasarea plăcii de prindere, iar în cazul cînd nu se folosesc plăci să fie împiedicată strivirea lemnului pe fața traversei;
- suprafața de rezemare pe balast să conducă la presiuni care să nu depășească capacitatea portantă a patului;
- grosimea traversei trebuie să fie suficient de mare astfel încît elementele de fixare (crampoane sau tirfoane) să nu străbată traversa;
- se recomandă ca laturile să fie verticale pentru ca dispozitivele contrafugirii săii să reazeme în bune condiții (ca în fig.III.13), adică rezemarea să nu se producă într-un singur punct;

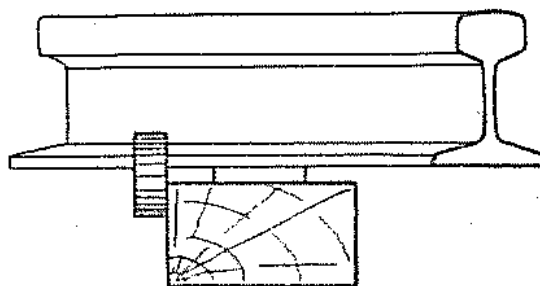


Fig.III.13. Rezemarea dispozitivelor contrafugirii săii pe laturile traversei

- dimensiunile traverselor, distanța între axe și grosimea stratului de balast, trebuie astfel corelate între ele încât distribuția presiunilor pe platforma căii să fie corespunzătoare.

Din punct de vedere al mărimii rezistenței pasive ce se mobilizează, laturile traversei și suprafața capătului trebuie să fie cât mai mari.

Lățimile standardizate pentru fața superioară a traversei se cer a fi respectate pe lungimea locului de fixare a șinelor.

Pentru liniile cu ecartament normal, lungimea traverselor variază de la 2,40 m la 2,60 m. În ceea ce privește mărimea presiunii la nivelul platformei căii este de dorit ca traversa să fie cât mai lungă.

Avantajele și dezavantajele traverselor de lemn. Cea mai bună traversă pentru calea ferată este traversa de lemn; calea pe traverse de lemn este mai elastică decât calea pe traverse de beton.

În dreptul traverselor se poate considera că șina este așezată pe reazeme tasabile (fig. III.14).

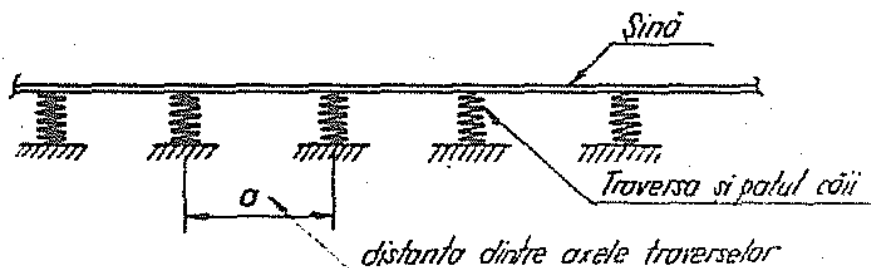


Fig. III.14. Modul de rezemare a șinei pe traverse

Sub o încărcare P asupra șinei, săgeta care se obține în punctul situat sub sarcină variază funcție de alcătuirea constructivă a suprastructurii și infrastructurii căii (fig. III.15).

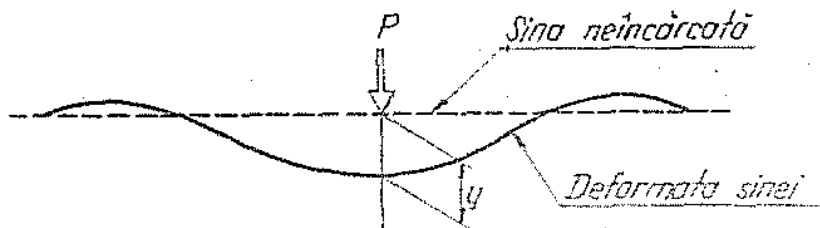


Fig. III.15. Deformată șinei sub acțiunea unei sarcini verticale P

Cu cât săgeata y obținută sub aceeași încărcare P , este mai mare, cu atât suprastructura este mai elastică.

O cale elastică este mai bună deoarece amortizează în mai bune condițiuni șocurile transmise de vehicule.

Un alt avantaj al traverselor de lemn, în comparație cu cele de beton, este acela că o cale realizată cu traverse de lemn poate asigura mai bine rezistența electrică necesară funcționării circuitelor de cale.

Traversele de lemn se pot manipula cu ușurință deoarece au greutatea redusă; până în prezent sînt mai ieftine decît traversele de beton precomprimat.

Traversele de lemn au dezavantajul că se confecționează dintr-un material deficitar. Datorită faptului că sînt ușoare ^{asigura} aceeași stabilitate a căii la flambaj sub acțiunea temperaturii, cu traversele de beton, care sînt mai grele.

Măsuri pentru prelungirea duratei de folosire în cale a traverselor de lemn. Există un complex de măsuri care se iau de-a lungul etapelor de existență a lemnului din traversă astfel încît să fie sporită durata de serviciu a traverselor:

- traversele să fie fasonate din specii cît mai tari iar fasonarea să fie făcută în perioada repansului vegetativ (pentru a preveni dezvoltarea puternică a fisurilor din contracția lemnului, înainte de impregnare, traversele trebuie să fie uscate în măsură cît mai mare);

- traversele să fie impregnate în condiții bune de calitate (adîncimea de pătrundere a creuzotului de huiă să fie de 30 mm pe cîte o lungime de 60 cm de la capete, iar în rest adîncimea de pătrundere să fie de cel puțin 10 mm);

- încărcarea, transportul, descărcarea și aranjarea traverselor în stivă trebuie făcută cu grijă pentru ca stratul de protecție obținut prin impregnare să nu fie distrus (în caz contrar se favorizează acțiunea ciupercilor și microorganismelor);

- traversele trebuie să fie așezate pe un pat de balast cu îndesare uniformă în lungul căii și transversal căii, iar burarea să fie executată uniform. De asemenea este necesar ca traversele așezate la rînd în lungul căii să fie de aceeași categorie și același tip, obținându-se astfel o elasticitate uniformă a căii;

- la introducerea elementelor de fixare (crampoane sau tirfoane) în găurile executate anticipat se introduce substanțe anti-septice;

- prinderea trebuie să fie menținută în bune condiții, fiind astfel împiedicată uzura care s-ar produce prin vibrarea diferitelor elemente;

- eventualele defecte, crăpături, care apar la traverse în cale, trebuie să fie reparate la timp pentru a împiedica acțiunea microorganismelor și ciupercilor.

Factorii care grăbesc scoterea din cale a traverselor de lemn sînt:

- putrezirea traverselor;
- crăparea traverselor;
- uzura mecanică a traverselor.

Pentru prevenirea putrezirii se realizează impregnarea traverselor.

Crăpăturile sînt produse de următoarele cauze:

- contragerea lemnului la uscare;
- acțiunea de despicare produsă de elementele de fixare (găurile date anticipat sînt cu 1-3 mm mai mici decît diametrul elementelor de fixare);
- acțiunea forțelor orizontale transmise prin elementele de fixare. Pentru a reduce crăpăturile produse prin contragere, înainte de a fi impregnat, lemnul din traversă trebuie să aibă o umiditate de cel mult 18-20%.

Repararea traverselor crăpate se face prin strîngerea cu fier balot de 2-3 mm grosime și 20 mm lățime sau cu fier rotund de $\varnothing=5-7\text{mm}$.

Trebuie reținut faptul că dacă, în momentul cînd se face repararea, lemnul din traversă este umed, la uscare fierul balot iese din funcțiune. Cînd crăpăturile nu sînt străpuse se pot folosi agrafe de diferite forme: S, Z, etc.. (fig. III.16).

Se consideră că repararea crăpăturilor cu șuruburi din lemn de esență tare cu filet este cea mai bună.

Uzura mecanică a traverselor de lemn se manifestă prin :

- strivirea lemnului în locul de așezare a gînel sau a plăcii de sub gînă;
- tăierea fibrelor de cître marginile plăcii care acționează asupra acestora ce un unghi;
- uzura găurilor.

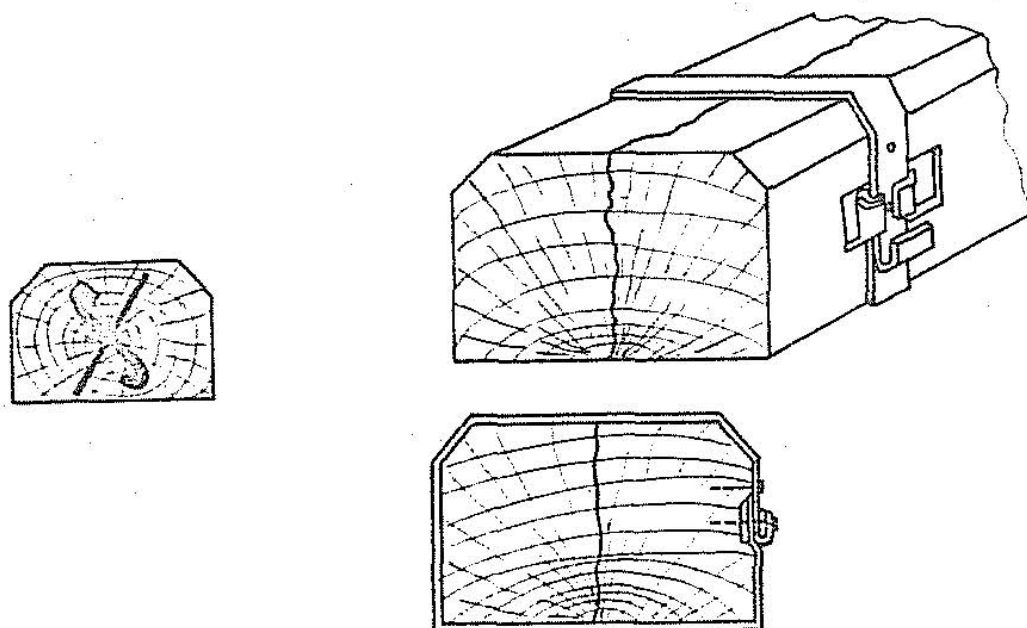


Fig. III.16. Repararea crăpăturilor în traverse:

- a) prin agrafe S;
- b) prin strângere cu fier balot

III.3. Traversele de beton

Trecerea la folosirea traverselor de beton a fost dictată de necesitatea înlocuirii lemnului care este un material deficitar.

După modul cum lucrează armătura, traversele de beton se clasifică astfel :

- traverse din beton armat obișnuit; astfel de traverse nu se mai fabrică în prezent deoarece ele sînt predispuse fisurării în zona centrală la partea superioară;
- traverse din beton precomprimat cu armătură prestensionată (aceste traverse sînt cele mai răspîndite în prezent);
- traverse din beton precomprimat cu armătură posttensionată (astfel de traverse s-au utilizat și la noi în țară, dar s-a renunțat la fabricarea lor deoarece nu resistă în bune condiții la șocuri).

Din punct de vedere constructiv traversele de beton se mai pot clasifica astfel :

- traverse monobloc (fig.III.17); în această categorie intră și traversele fabricate la noi în țară;
- traverse cu articulații (fig.III.18); sînt alcătuite din doi blocheți legați între ei cu o antretoază; la contactul dintre antretoază și blocheți apar articulațiile ;
- traverse mixte; (fig.III.19), alcătuite de asemenea din doi blocheți legați între ei printr-o antretoază încastrată în blocheți. Antretoaza poate fi realizată din șină veche, profil laminat, beton precomprimat.



Fig.III.17. Traversă monobloc

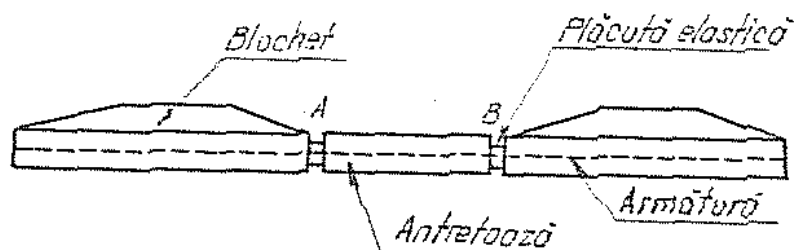


Fig.III.18. Traversă cu articulații

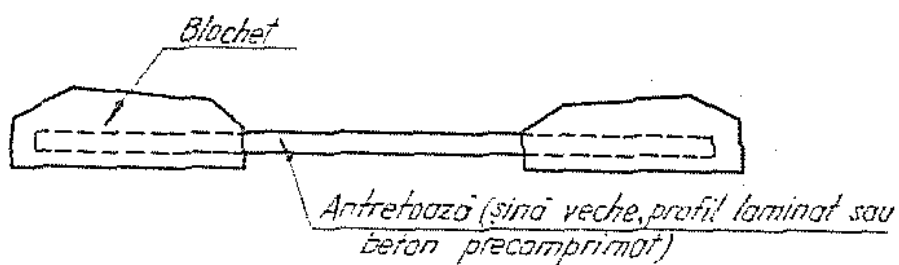


Fig. III. 19. Traversă mixtă

Traversa din beton armat obișnuit (fig.III.20).

Intrucît talpa șinei are o anumită lățime și datorită faptului că între talpa șinei și fața traversei există placă suport metalică, transmiterea forței de la șină la traversă nu se face concentrat. Datorită acestui fapt în calcule se consideră că sarcina de la șină se repartizează pînă la nivelul axei neutre a traversei, ca în fig.III.21.

Drept urmare considerînd că presiunea pe talpa traversei este uniform distribuită pe lungimea blochetului, diagrama de încărcări și

cea de momente încovoietoare apare ca în fig.III.22.

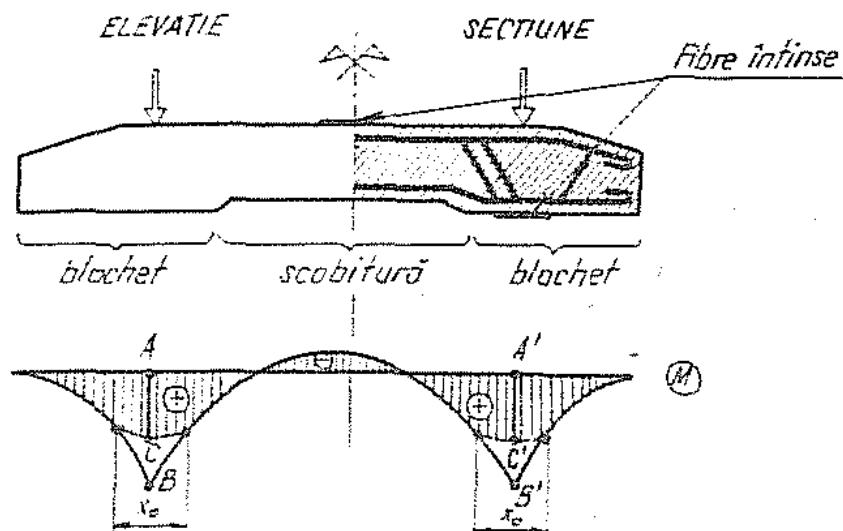


Fig. III.20. Traversa de beton armat obişnuit

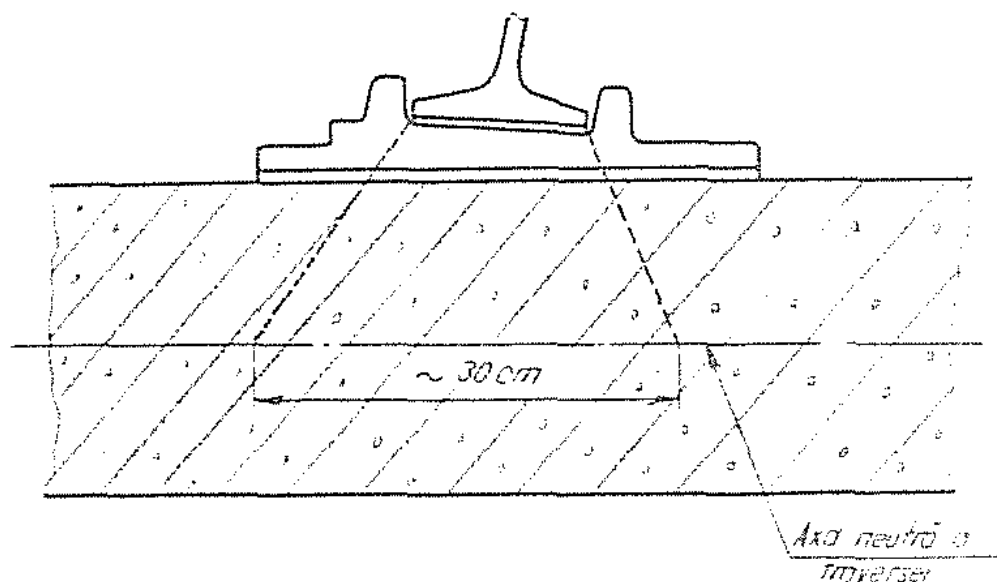


Fig.III.21. Repartizarea sarcinii verticale de la şină la nivelul azei neutre a traversei

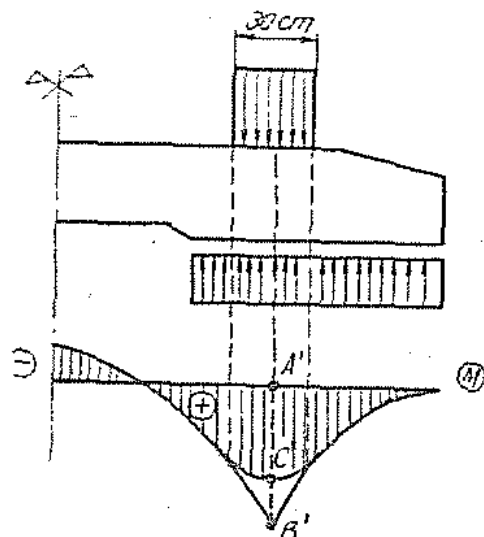
Valoarea momentului încovoietor de calcul corespunde ordonatei $A' G'$.

Conform diagramei de momente, rezultă că armătura de rezistență trebuie să fie așezată la talpa traversei în dreptul șinei și la partea superioară, în zona centrală a traversei; vor exista în acest fel armături ridicate.

S-a arătat că în decursul exploatării se ajunge ca traversa să rezeme parțial sau total și în zona centrală; încălzirea zonei

centrale se face pe măsură ce patul din zona blochetului suferă deformații plastice.

Fig. III.22. Diagrama de momente încovoietoare pentru traversa de beton



Pentru a face ca zona centrală să intre în funcțiune (să fie încărcată cu reacțiuni) cât mai târziu posibil, la unele tipuri de traverse se prevede o scobitură în partea inferioară pe zona centrală a traversei (fig. III.20). Dacă partea centrală a traversei nu este încărcată cu reacțiuni, atunci momentul negativ, care provoacă întindere la fibra superioară, este zero sau cu valoare mică.

Tot în ideea de a avea moment încovoietor negativ nul, sau cu valoare mică, s-a preconizat ca patul de balast să fie prevăzut cu o albie în zona centrală (fig. III.23).



Fig. III.23. Amenajarea patului căii cu albie în zona centrală a traversei

O astfel de soluție a fost preconizată la început și la noi în țară, deoarece traversele au fost calculate în ipoteza fără rezemare în zona centrală. La CFR s-a renunțat la această albie, iar traversele tip T, care se fabrică la noi, admit o rezemare în zona centrală.

Pentru a mări frecarea dintre talpa traversei și patul căii, în vederea sporirii rezistenței traversei la deplasarea în lungul căii sau transversal, s-a preconizat ca pe talpa traversei să fie executate amprante (intrînduri) de diferite forme, în care să pătrundă colțurile bucăților de piatră din patul căii.

Este în orice caz de dorit ca talpa traversei să fie cât mai rugoasă pentru a avea coeficientul de frecare cât mai mare. Cu timpul, datorită frecărilor și uzurilor, talpa devine mai netedă și coeficientul de frecare scade.

Suprafața tălpii traversei trebuie să aibă o mărime, încât presiunea care apare pe patul căii să nu depășească capacitatea portantă a patului ($\sim 5 \text{ kgf/cm}^2$). Forma suprafeței tălpii traversei în plan trebuie să fie astfel concepută încât momentele negative din zona centrală să fie cât mai mici; de aceea tălpile se fac uneori cu lățimea mai mare în zona blocaților sau cu lățimea variabilă (fig. III.24).

PLAN

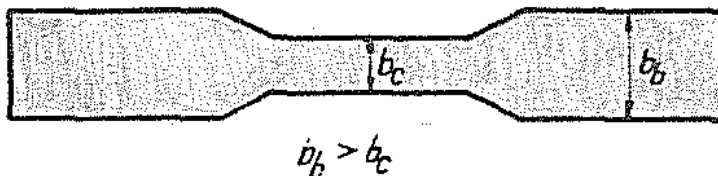


Fig. III.24. Forma în plan a tălpii traversei

Dacă admitem că pe toată suprafața tălpii presiunea pe patul căii este aceeași (p), înălcarea pe unitatea de lungime a traversei, datorită faptului că $b_c < b_b$, are forma din fig. III.25.

PLAN

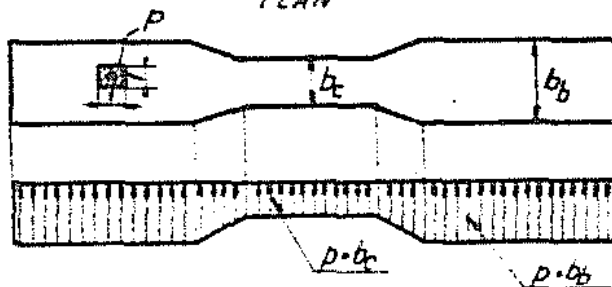


Fig. III.25. Diagrama de presiuni pe talpa traversei

Variația bruscă a secțiunii prezentînd dezavantaje s-a adoptat forma tălpii la care variația lățimii se face continuă (fig. III.26).

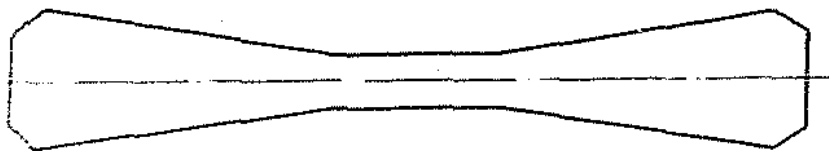


Fig. III.26. Formă rațională a tălpii traversei

Pentru ca rezistența pasivă care se dezvoltă pe suprafața de apăt să fie cât mai mare, este de preferat ca această suprafață de

capăt să fie efit mai mare; în acest fel crește rezistența care se spune la deplasarea laterală a căii.

Traversa de beton precomprimat. Este de dorit ca suprafețele laterale ale traverselor să fie plane și paralele cu o direcție dată. Acest lucru este necesar pentru a nu se produce înțepenirea traverselor în cofraj cu ocazia transferului de efort. Până la întărirea betonului efortul de întindere din fire are ca efect comprimarea tiparului, iar cînd se face transferul de efort, întinderea din fire provoacă comprimarea betonului și datorită scurtării din această comprimare, există posibilitatea înțepenirii traverselor în cofraj. Fațele laterale trebuie să fie înclinate pentru a permite decofrarea ușoară (fig. III.27).

Fig. III.27. Forma secțiunii transversale a traverselor pentru a permite decofrarea ușoară



Pe fața traverselor se află locul de fixare a șinelor. Dacă se folosesc plăci cu înclinare (șine tip 40, 49, 54-E), atunci locul de fixare este orizontal, iar dacă se folosesc plăci fără înclinare (la șina tip 60), atunci fața traverselor în dreptul locului de fixare se face cu înclinare de 1:20. Stabilirea poziției diblurilor în lungul traverselor depinde de tipul șinei și de sistemul de prindere.

La traversarele de beton armat precomprimat armătura nu mai poate fi ridicată (aceasta ar conduce la procese tehnologice complicate); armătura este rectilinie. Din această cauză forma traverselor suferă anumite modificări.

O primă modificare constă în reducerea înălțimii traverselor în partea centrală; $h < h_1$ (fig. III.28).

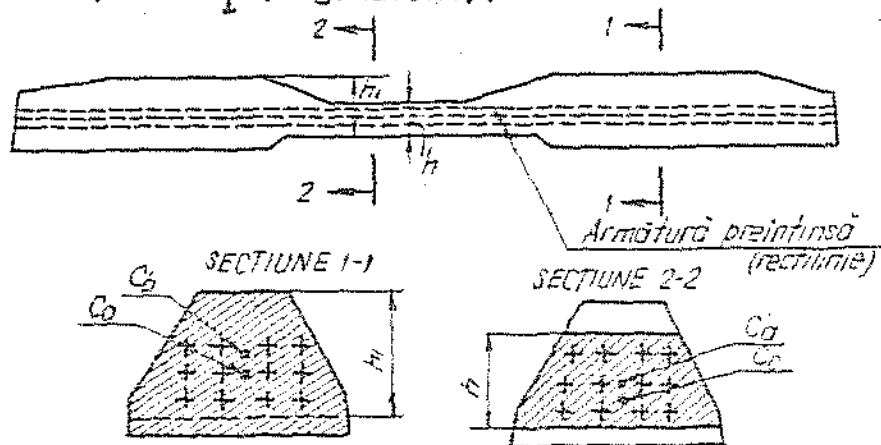


Fig. III.28. Forma traverselor de beton armat precomprimat

Prin reducerea înălțimii de la h_1 la h , aceeași armătură preia atât momentele pozitive din dreptul șinei cât și momentele negative din zona centrală. În dreptul șinei, centrul de greutate al secțiunii ideale C_b se află deasupra centrului de greutate al armăturii preîntinse C_a , iar în zona centrală, prin trecerea de la h_1 la h , centrul de greutate al secțiunii ideale C_c este sub centrul de greutate al armăturii preîntinse C_a . Reducerea de la h_1 la h este favorabilă atât în cazul folosirii armăturii preîntinse cât și în cazul armăturii postîntinse.

Înălțimea traversei, atât în zona blochetului cât și în zona centrală, rezultă pe bază de calcule, astfel încât momentele pozitive și respectiv negative să fie preluate fără ca betonul să fie supus la întindere.

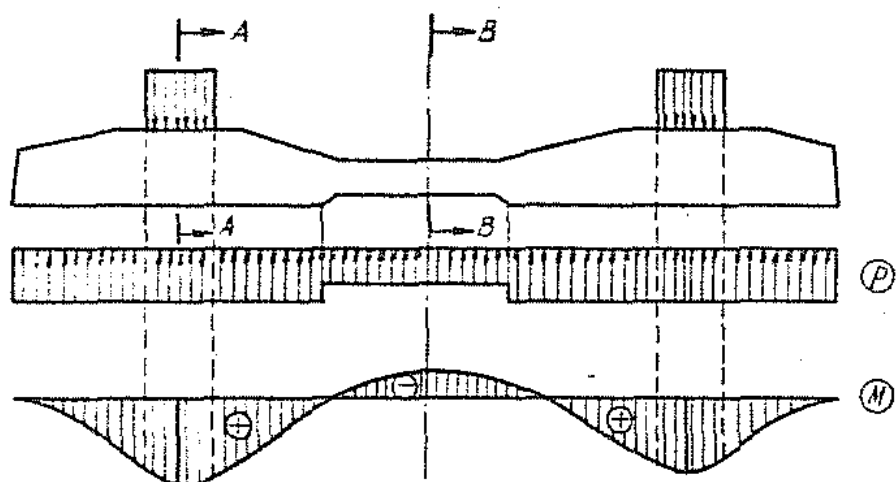
Sub acțiunea sarcinilor verticale provenite de la șine și a reacțiunii patului de balast, momentele încovoietoare maxime pozitive din dreptul șinei conduc la întinderea fibrelor de la talpa traversei iar momentul încovoietor maxim negativ din partea centrală provoacă întinderea fibrei de la partea superioară a traversei (fig. III, 29). Dimensiunile secțiunii transversale ale traversei și valoarea efortului de precomprimare se determină astfel încât prin suprapunerea eforturilor unitare rezultate din precomprimare cu cele rezultate din momentele încovoietoare, în secțiunile de beton să nu apară eforturi unitare de întindere.

Lungimea traverselor este dictată în primul rând de lățimea căii. Trebuie ca în cazul armăturii ancorate prin aderență să se asigure lungimea corespunzătoare în acest scop. Ca și la traversele de lemn trebuie să se țină seama de legătura care există între lungimea traversei, latura tălpilor traversei, distanța dintre axele traverselor și presiunea care se dezvoltă la nivelul platformei.

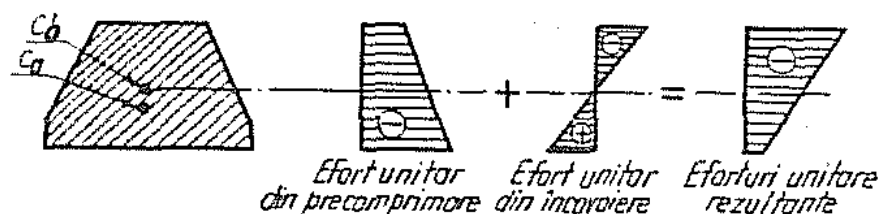
Lungimea traverselor de beton armat precomprimat utilizate în prezent este de 2,50 sau 2,6 m.

Procesul de confecționare al traverselor monobloc cu armătură preîntinsă cuprinde următoarele operații principale :

- a) curățirea și ungerea formelor metalice (bateriilor);
- b) debitarea armăturii S B P I și așezarea acesteia în formele metalice la distanțe indicate în proiectul de execuție;
- c) așezarea diblurilor în formele metalice și fixarea lor cu ajutorul unor șurubi metalice ;



SECȚIUNEA A-A



SECȚIUNEA B-B

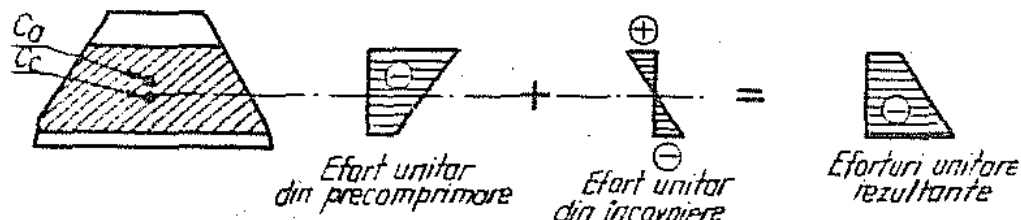


Fig. III.29. Diagramele de eforturi unitare în secțiunile caracteristice ale traversei

d) întinderea (pretenționarea) armăturii cu ajutorul unor prese (forța de pretenționare ≈ 36 tf);

e) turnarea betonului în formele metalice cu ajutorul unor bene, mobile pe lungimea liniei tehnologice;

f) vibrarea betonului din formele metalice pe masa vibrantă timp de 6'-8';

g) transportul (cu podul rulant) și introducerea formelor metalice în cuptoare de aburire la o temperatură de $70^{\circ}\text{--}80^{\circ}\text{C}$. timp de 8 h și jumătate, pentru întărirea rapidă a betonului;

h) scoaterea formelor metalice din cuptoarele de aburire și realizarea transferului de efort la valoarea de 420 kgf/cm^2 ;

- l) decofrarea traverselor;
- j) placarea traverselor;
- k) depozitarea traverselor în stive.

La CFR, din anul 1959 s-a trecut la fabricarea traverselor monobloc cu armătură prefabricată; în prezent se deosebesc trei forme de bază T_6 , T_8 , T_{16} .

Traversa forma T_6 prezintă un corset în zona centrală (fig.III.30). Această formă de traversă prezintă dezavantaje la decofrare.

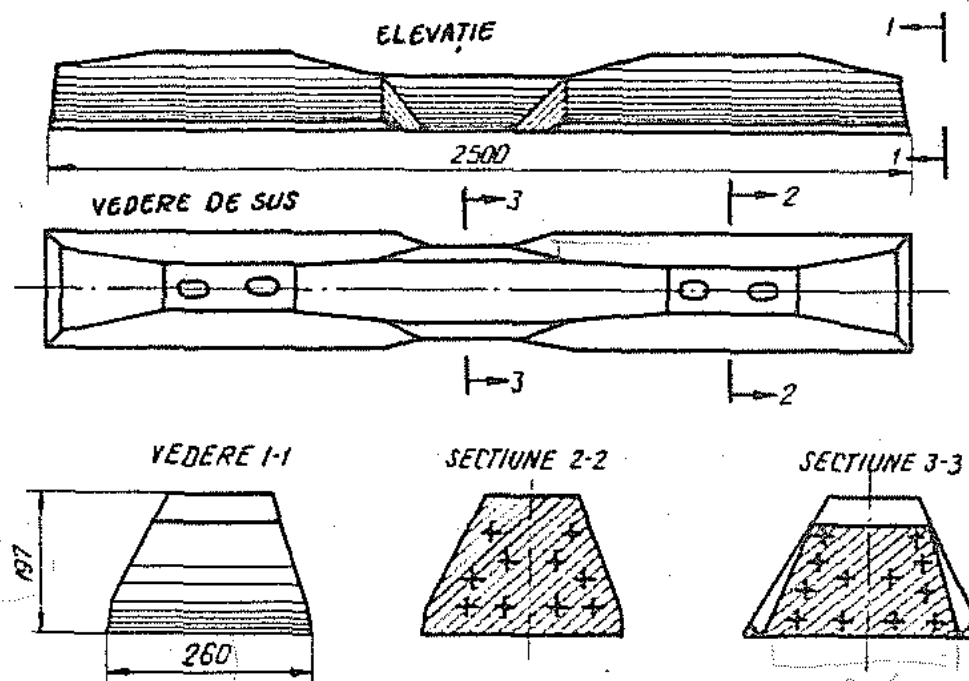


Fig.III.30. Traversa de beton armat precomprimat forma T_6

Forma T_8 este prevăzută cu scobitură în zona centrală la partea inferioară de 10 mm adâncime; fețele laterale ale traversei sînt plane și ambele paralele cu axa longitudinală a traversei (fig.III.31).

La CFR, pentru șinele grele de cale ferată tip 49 și 54-E, s-a ajuns la tipul de traversă T_{13} . Dimensiunile acestei traverse sînt identice cu cele ale formei T_8 . Armătura este $12 \times 3 \varnothing 3$, iar marca betonului B 600.

Celelalte tipuri de traverse intermediare au diferit prin felul armăturii (alt diametru - $\varnothing 3,7$), sau aveau armătură din oțel oval cu aderență sporită.

Traversa de forma T_{16} (fig.III.32). se folosește pentru șina tip 60. Această traversă are talpa și fețele laterale evazate fapt ce

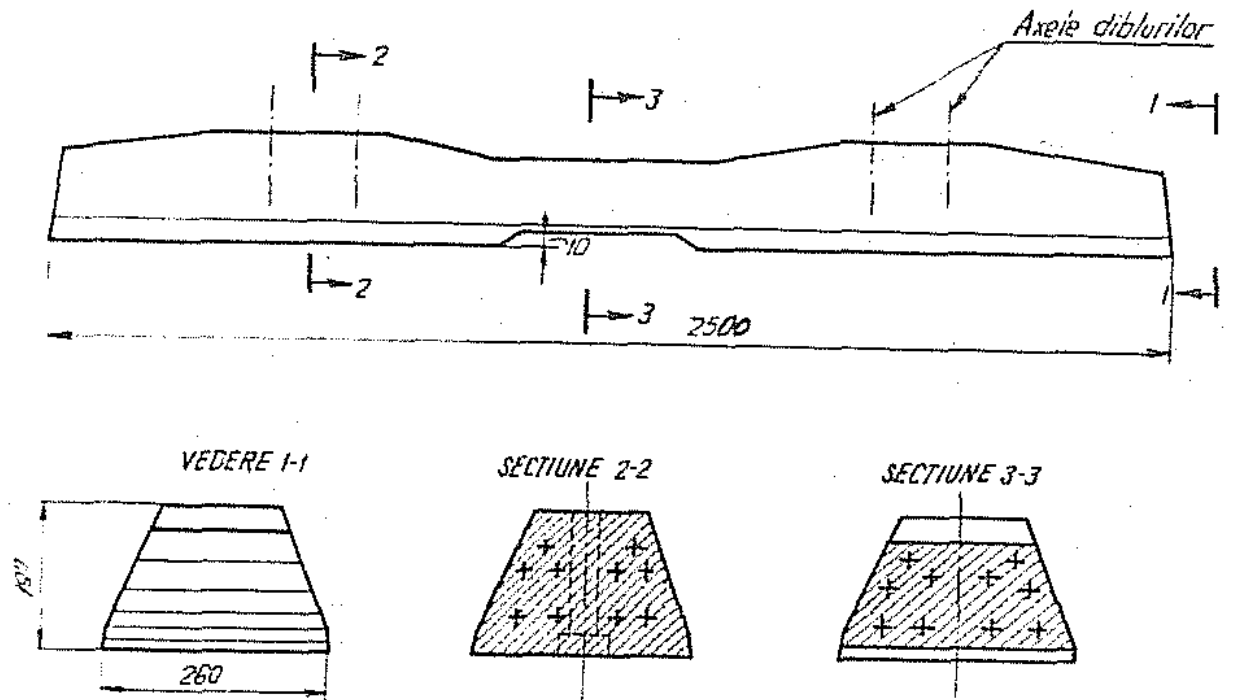


Fig.III.31. Traversa de beton armat precomprimat forma T₈
 asigură⁰ stabilitate mai mare în spațiu a cadrului șine-traverse în-
 globat în prisma de balast. La această traversă înclinarea de 1:20 a
 tălpii șinei se realizează prin înclinarea corespunzătoare a fetei
 superioare a blochetului.

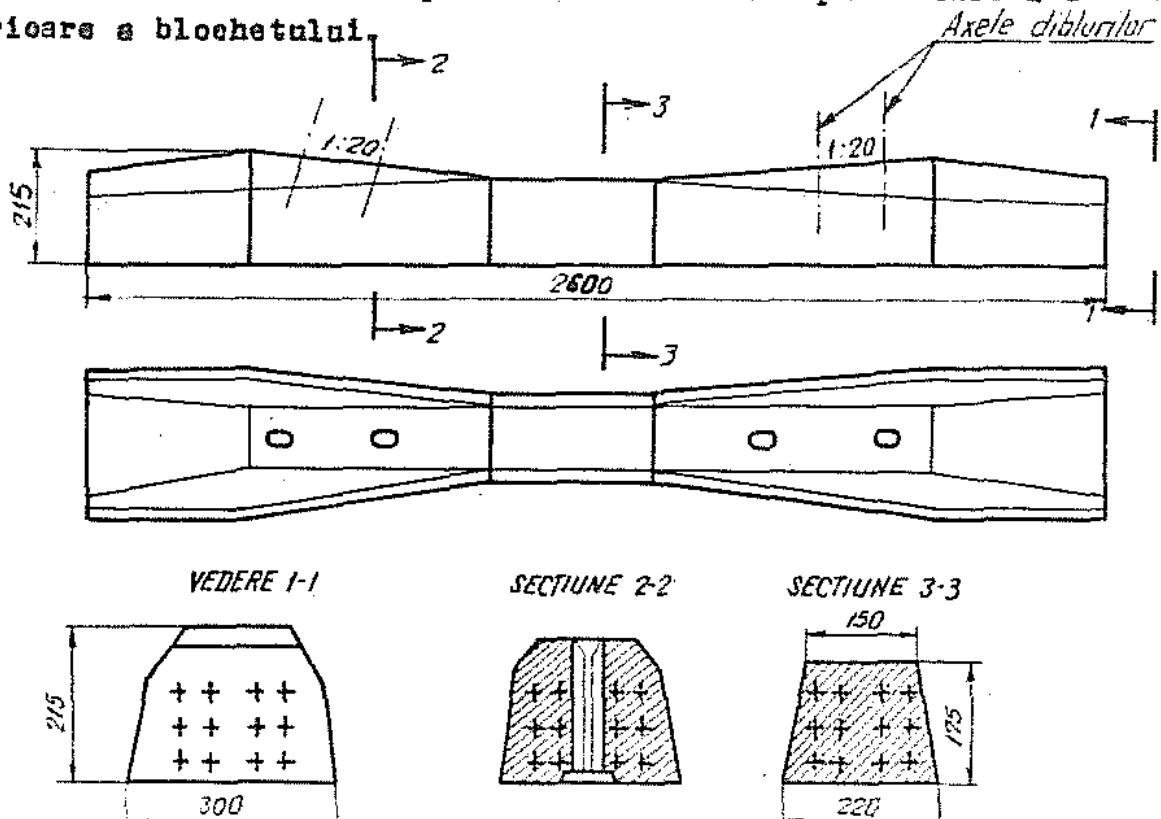


Fig.III.32. Traversa de beton armat precomprimat T₁₆

Diblurile se confecționează din lemn impregnat; în prezent se studiază înlocuirea acestora cu dibluri de polietilenă.

În fig. III.33 este prezentat un detaliu pentru diblul de lemn.

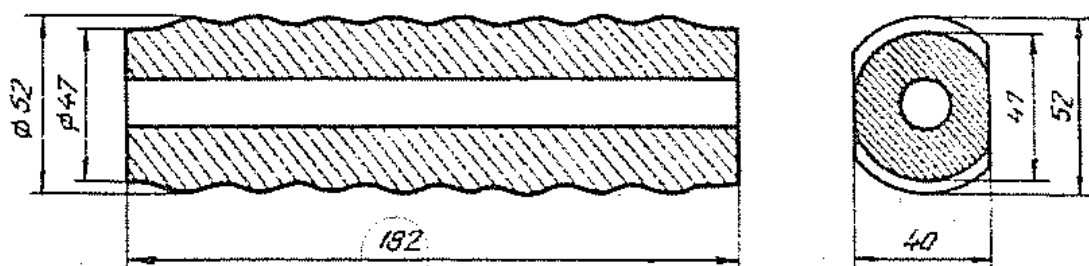


Fig. III. 33. Diblul de lemn

Diblurile sînt mai scurte decît grosimea traversei, partea superioară a diblului fiind la nivelul tălpii traversei. Diblurile au o gaură de 15 mm și sînt prevăzute cu ondulații care servesc la realizarea unei legături cît mai bune cu masa de beton.

Se prevede ca durata de serviciu a diblului de lemn să fie de 20 ani. S-a constatat că în primii ani de exploatare se produce o lărgire a scartamentului cu 1-2 mm, care apoi se menține constantă. Cu timpul diblul se uzează iar pentru reparare se prevede scoaterea lui completă din traversă și introducerea unui diblu compus din două bucăți (jumătăți). Nu se poate repara diblul prin cepuire, deoarece cînd se execută gaura cepul se distruge complet și se ajunge din nou la situația existentă înainte de reparare.

În afara traverselor de beton armat precomprimat destinate liniilor principale (traverse de categoria I-a) sînt și traverse de beton precomprimat pentru linii secundare, la care se păstrează forma traverselor de pe liniile principale dar se reduce cantitatea de armătură.

Traverse de beton armat precomprimat a fost dimensionată în ipoteza semirezemării în partea centrală. Pentru a putea fi respectată această ipoteză trebuie ca burarea traverselor să fie făcută numai în zona blocheților; presiunea în zona centrală va apare în timp, datorită tasărilor ce se produc în zona blocheților.

Verificările traverselor se referă la: forma și dimensiunile traversei; la marca betonului (21 de cuburi din producția obținută în 24 ore); verificări la fisurare și rupere în zona centrală (fig. III.34 a) și în zona blocheților (fig. III.34 b).

După rezultatele obținute în urma verificărilor, traversele

se clasifică în două clase de calitate.

Se recomandă utilizarea traverselor de beton armat precomprimat pe porțiunile unde șinele urmează a fi sudate, întrucât prin greutatea lor contribuie la o mai mare stabilitate a căii împotriva șarpurii.

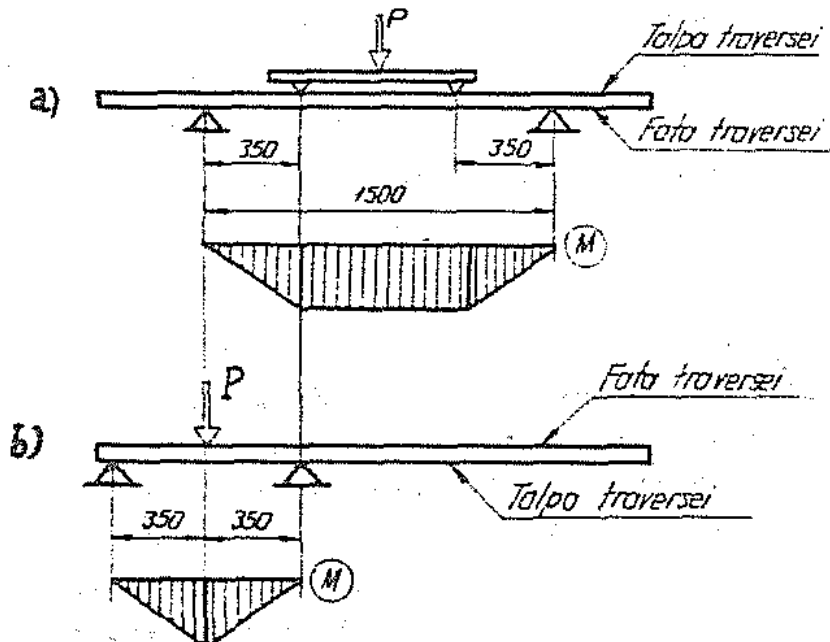


Fig. III. 34. Verificarea la fisurarea și rupere a traversii
a/ în zona centrală; b/ în zona blochetului

La calea pe traverse de beton se asigură o mai mare uniformitate în ceea ce privește elasticitatea căii în lung. La aceasta contribuie și faptul că traversele de beton se așază pe un pat bine și uniform compactat.

O problemă deosebită pentru traversele de beton armat precomprimat e constituie asigurarea rezistenței electrice corespunzătoare, pe porțiunile de linie cu circuite de cale.

Traversele cu articulații. Schematic o astfel de traversă este arătată în fig. III.18.

În punctele A și B se pot produce rotiri. Prin introducerea articulațiilor s-a urmărit reducerea momentelor încovoietoare care solicită traversa. Sistemul are dezavantajul că nu se poate asigura în bune condițiuni menținerea lărgimii căii. De asemenea, armătura fiind concentrată în axa neutră (deci nu este distribuită în toată secțiunea transversală) rezistența la șocuri, provocate de eventualele reți derivate, este redusă.

Traversele combinate (fig. III.19). Sistemul se folosește în Franța, Suedia, etc.

La sistemul combinat sau mixt, întrețoața este din profile laminare, șine vechi, sau beton precomprimat. La acest sistem rezemarea se produce numai sub blocheți; ca și la traversele cu articulații nu se poate menține lărgimea căii.

Capitolul IV

ASAMBLAREA ELEMENTELOR COMPONENTE ALE SUPRASTRUCTURII CAII

Prinderea este ansamblul constructiv prin care se realizează fixarea șinei de traversă. Prinderea se alcătuiește cu ajutorul materialului mărunt de cale (crampoane sau tirfoane, plăci suport, clești, gurburi verticale, piulițe, inele resort, plăci intermediare etc).

Joanta este ansamblul constructiv care asigură legarea capetelor de șină între ele pentru a fi realizată continuitatea suprafețelor de rulare și a fețelor laterale active ale acestora. La realizarea joantei se folosește material mărunt de cale (eclise, gurburi orizontale, inele resort, piulițe, plăci pod etc).

IV.1. Glasificarea prinderilor

Principalele criterii după care se pot clasifica prinderile sînt următoarele :

1. Din punct de vedere al modului de rezemare a tălpii șinei pe traversă :
 - a) prinderi fără placă;
 - b) prinderi cu placă.
2. Din punct de vedere al felului în care se realizează legarea șinei de traversă :
 - a) prinderi directe;
 - b) prinderi semidirecte (mixte);
 - c) prinderi indirecte.
3. Din punct de vedere al materialului din care sînt confecționate traversele :
 - a) prinderi pentru traverse de beton armat precomprimat;
 - b) prinderi pentru traverse de lemn.
4. În funcție de elasticitatea prinderii :
 - a) prinderi rigide;
 - b) prinderi elastice.

IV.2. Forțele exterioare care acționează asupra prinderii

Forțele verticale sînt cele mai importante forțe ce se transmit de la vehicul la șină și care trebuie să fie preluate de prindere. Aceste forțe se aplică dinamic; încărcarea statică dată de o roată este multiplicată cu un coeficient dinamic. Forța verticală (inclusiv efectul dinamic) ce revine la o semitraversă, în dreptul

fiecărui fir de șină, are valoarea de ~ 15 tf pentru liniile principale și ~ 12 tf pentru liniile secundare. Se consideră că forța verticală se transmite de la roată la șină, în dreptul punctului de contact dintre bandaj și fața de rulare a șinei (fig. IV.1).

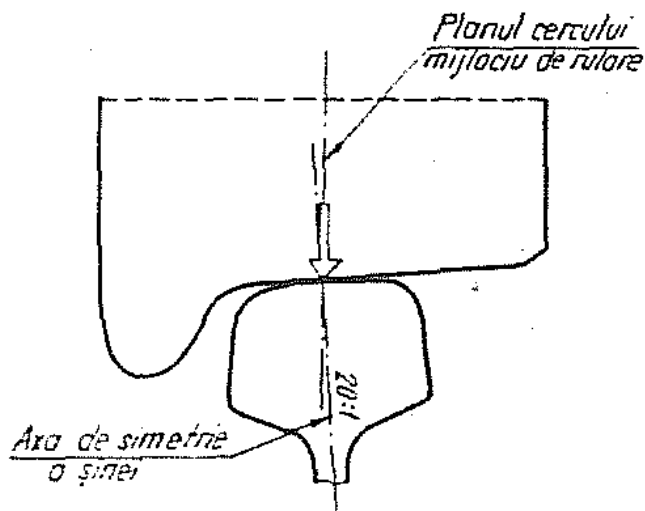


Fig. IV.1. Transmiterea forței verticale de la roată la șină

Forțele orizontale care se transmit la șină sînt transversale căii și longitudinale căii.

Din categoria forțelor orizontale transversale căii fac parte :

- forța de șerpuire din aliniament, împreună cu forțele de frecare transversale corespunzătoare ;
- forța de ghidare în curbă, împreună cu forțele de frecare transversale corespunzătoare ;
- forța rezultată din acțiunea vîntului.

Forțele de șerpuire și cele de ghidare nu pot exista concomitent datorită faptului că primele acționează în aliniament iar celelalte în curbă.

În aliniament datorită existenței diferitelor neregularități la calea de rulare, precum și la bandajele roților, vehiculul nu execută în permanență o mișcare rectilinie. Vehiculul execută, de cele mai multe ori, o mișcare oscilatorie, apropiindu-se cînd de un fir cînd de celălalt; această mișcare poartă numele de mișcare de șerpuire (fig. IV.2). Cînd osia se apropie de unul dintre firele de șină, buza bandajului roții lovește fața laterală activă a șinei și ca urmare osia se îndepărtează de firul de șină pe care l-a atins.

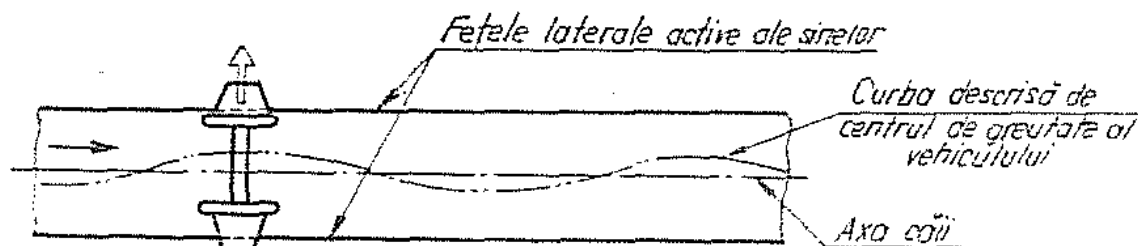


Fig. IV.2. Mișcarea de șerpuire a vehiculului

Contactul dintre baze bandajului roții și fața laterală activă a șinei - deci și forța de interacțiune - are loc la 9-10 mm

sub nivelul cercului mijlociu de rulare al bandajului (fig.IV.3).

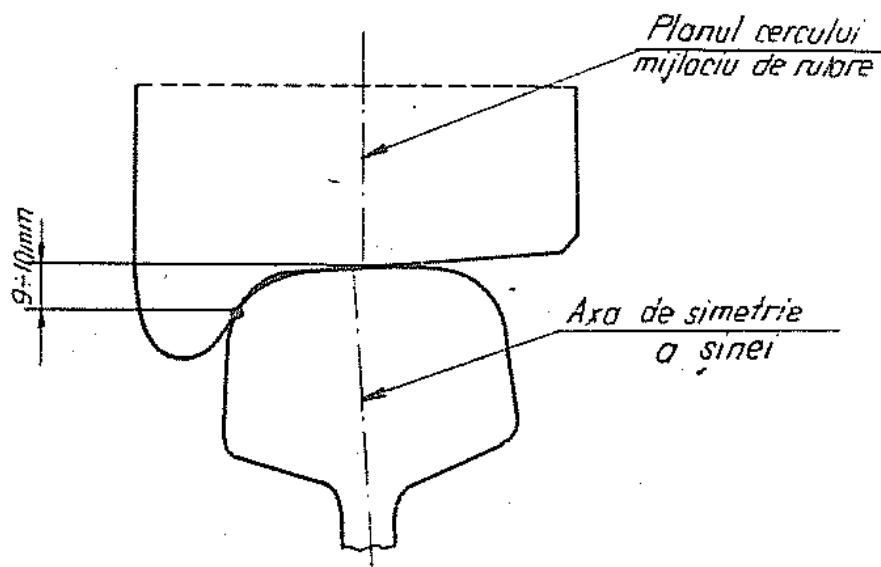


Fig.IV.3. Punctul de contact dintre buza bandajului roții și fața laterală activă a șinei

Forțele de frecare transversale, datorate mișcării de serpuire a vehiculului în aliniament, au valoarea obținută prin multiplicarea sarcinilor verticale cu coeficientul de frecare dintre bandaj și șină. Aceste forțe de frecare, ca acțiune asupra șinei, sînt dirijate în sensul deplasării prin alunecarea roții în raport cu șina.

Forța de ghidare este forța de interacțiune dintre buza bandajului și fața laterală activă a șinei, care determină ca vehiculul să urmeze traseul curbei. Această forță apare de regulă la roata din exteriorul curbei a primei osii a vehiculului. În aliniament între buzele bandajelor și fețele laterale active ale celor două șine există un joc δ (fig.IV.4). Vehiculul în mișcarea sa tinde să urmeze o linie dreaptă, dar, la un moment dat, buza bandajului de la roata (1)

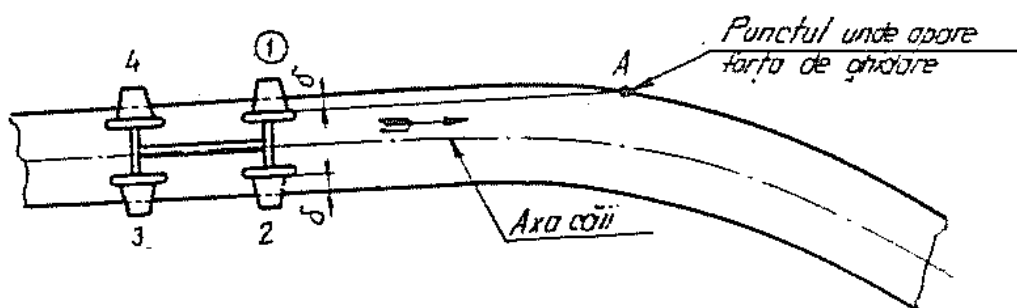


Fig.IV.4. Producerea forței de ghidare

atinge fața laterală a șinei exterioare în punctul A și apare astfel o forță de interacțiune denumită forță de ghidare. După ce roata (1)

trece de punctul A pe tot cuprinsul curbei, contactul dintre fața laterală activă a șinei și buza bandajului, deci și forța de ghidare, se mențin în permanență. În funcție de viteza de circulație, raza curbei, lărgimea căii, numărul osiilor și distanța dintre osii, forța de ghidare poate să apară și la firul interior (fig. IV.5).

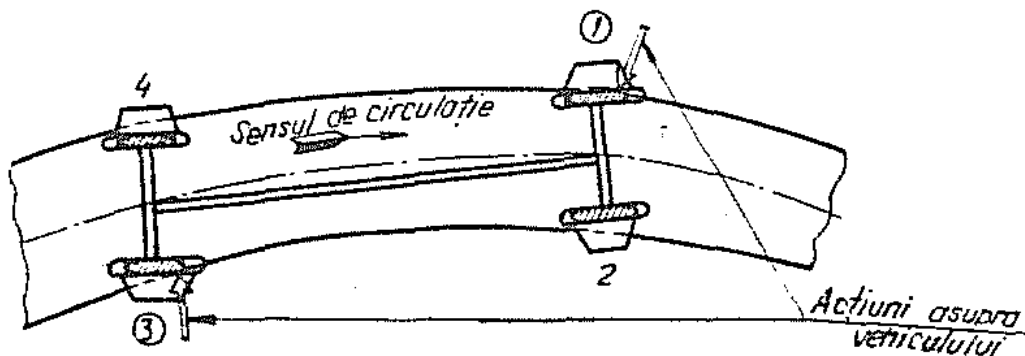


Fig. IV.5. Forțe de ghidare la ambele fire ale șinei

Forțele orizontale longitudinale căii cuprind :

- forțele longitudinale datorate variațiilor de temperatură;
- forțele provocate de loviturile roților asupra șinelor la joante;
- forțele longitudinale care apar ca urmare a încovoierii șinei sub sarcină;
- forțele longitudinale care se datoresc frînării;
- forțele longitudinale date de rezistența la înaintare a vehiculelor.

Mărimea forței longitudinale datorată variațiilor de temperatură, depinde de temperatura la care s-a fixat șina de traversă și de temperatura în șină în momentul respectiv. Când dilatarea șinei este împiedicată, la creșterea temperaturii cu un grad, se dezvoltă un efort unitar în secțiunea șinei de aproximativ 25 kgf/cm^2 ($\sigma = E \cdot \epsilon$). Pe porțiunile de cale cu joante, unde rosturile de dilatație sînt închise, sau au valori foarte mici, există pericolul ca la creșterea temperaturii în șină să se producă serpuirea căii, mai ales atunci cînd pe porțiunea de linie respectivă se execută lucrări care slăbesc calea (scoateră balastului dintre traverse pentru a se executa burajul etc).

Cînd, din cauza unor deranjamente, suprafețele de rulare a celor două șine de la joante sînt decalate pe verticală (fig. IV.6), roțile vehiculelor lovesc în capul șinei (2) dînd naștere la forțe longitudinale care pot provoca deplasarea șinelor în sensul de marș

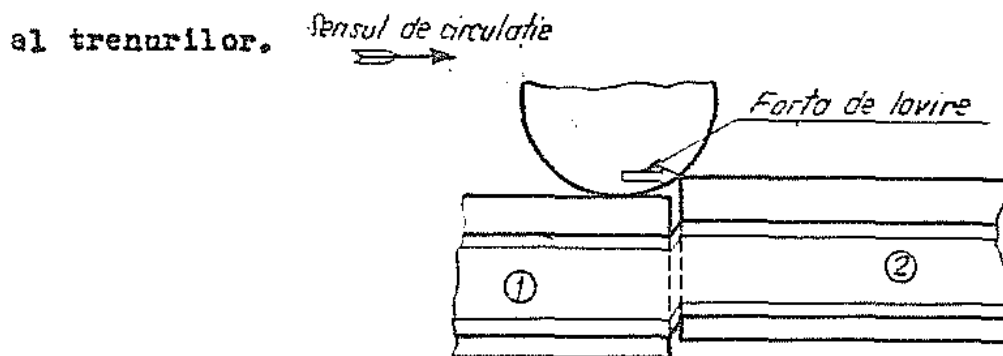


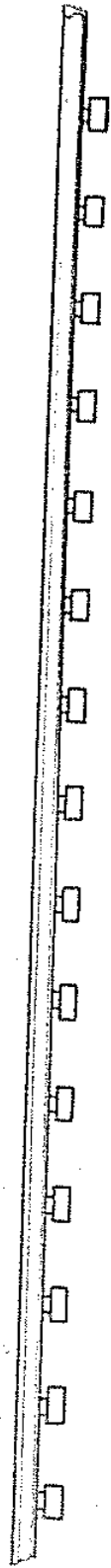
Fig. IV.6. Forța longitudinală provocată de loviturile la joante

Sub acțiunea unei sarcini verticale (P) aplicată static șina se înconvoaie. Deformată șinei provocată de o sarcină concentrată P (fig. IV.7 b) se întinde, de o parte și alta a punctului de aplicație a forței, la un anumit număr de traverse, în funcție de rigiditatea reazemelor (cap. XII). Prin deformare secțiunile prin șină în dreptul traverselor se rotesc; fibrele de pe talpa șinei se alungesc iar cele de la ciupercă se scurtesc. Dacă legăturile dintre talpa șinei și traverse sînt alabe și deci opun o rezistență foarte mică (neglijabilă) la alungirea fibrei inferioare rotirea secțiunilor șinei se produce liber, în șină nu se dezvoltă efort axial^{x)} (fig. IV. 7 c). În cazul cînd fixarea tălpilor șinei de traverse este foarte puternică (nu apar deplasări relative între talpa șinei și traversă), iar balastul dintre traverse este bine compactat, la rotirea secțiunilor șinei se opun presiunile pe fețele laterale ale traverselor (fig. IV. 7 d); în șină apar eforturi axiale. Se consideră că balastul dintre traverse se comportă elastic la deplasările în lung ale traverselor, provocate de rotirile secțiunilor șinei (reacțiunile pe fețele laterale ale traverselor sînt proporționale cu rotirile). Dacă se face ipoteza rezemării șinei pe un mediu elastic, caracterizat prin aceea că reacțiunile longitudinale de pe talpa șinei sînt proporționale cu rotirile secțiunilor, diagrama forțelor longitudinale în șină datorată aplicării statice a forței P , rezultă ca în fig. IV.8.

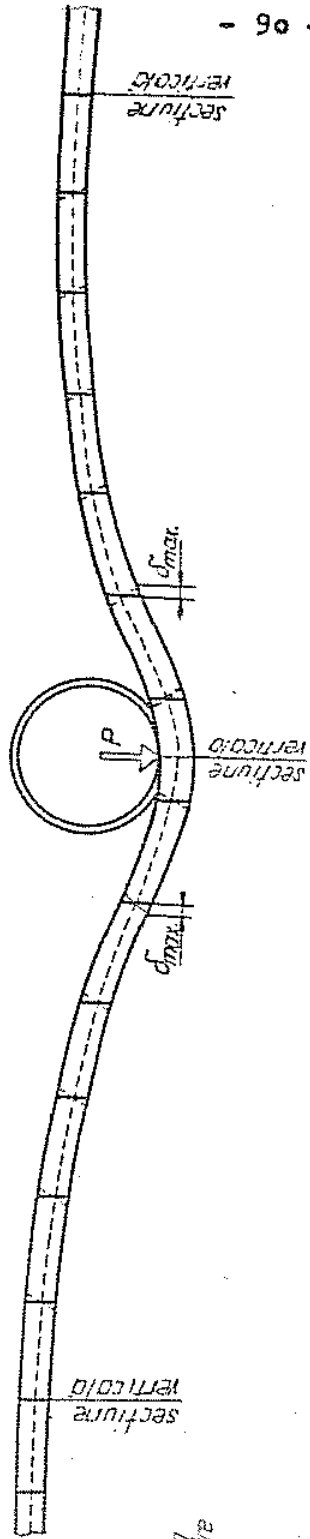
În cazul cînd sarcina P se deplasează, mărimea forțelor elastice de legătură dintre șină și mediul elastic se modifică; stabilirea acestora este complicată.

x) Se neglijează alungirea axei neutre ca urmare a deformărilor, deoarece influența acestuia este foarte redusă.

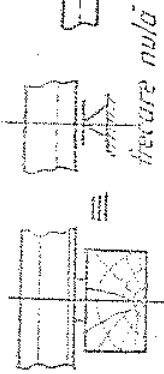
a) sîna nemîncîrcată



b) retrîrea secţiunilor
sînei datorită sarcinii
verticale.



c) deformaţia sînei în partea
cînd porţiile de trecere dintre
bolţii sînei sînt inversate, sînt
nule şi sînt de lucru.



d) deformaţia sînei în partea
cînd nu se produc deplasări
relative între sîni şi inversă
şi sînt de lucru.

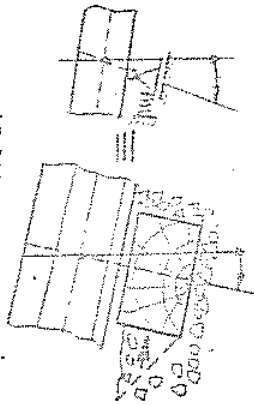


FIG. IV. 7. Producerea forţei longitudinale în sîna datorită
încovoierii sub sarcina verticală provenită de la convoi

În mod aproximativ fenomenul de fugire a șinelor este prezentat în continuare.

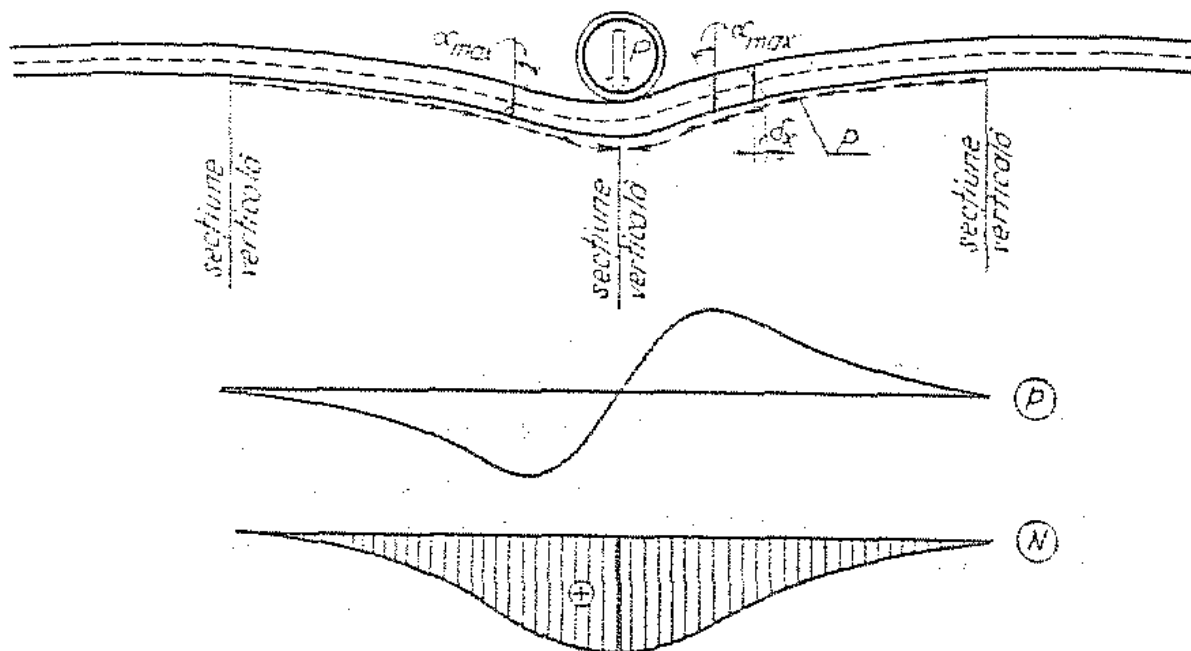


Fig. IV. 8. Diagrama forțelor longitudinale în șină datorită încovolerii sub sarcină, în cazul prinderilor puternice:

- (P) diagrama reacțiunilor longitudinale a mediului elastic;
- (N) diagrama de eforturi axiale în șină.

Când roata se deplasează deformată șinei este similară celei prezentată în fig. IV. 8. Fibra inferioară se întinde iar fibra superioară se scurtează. Un punct aflat la o oarecare distanță în fața roții pe talpa șinei se deplasează cu cantitatea δ_x în sensul mișcării. Dacă roata, apropiindu-se de acest punct, împiedică - prin șerpuirea forței de frecare dintre talpa șinei și reazem - revenirea punctului de pe talpa șinei în situația inițială, atunci se produce deplasarea șinei în sensul de mers. Deplasarea șinei se poate produce în cazul când sînt învinse rezistențele care se opun; secțiunile din șină aflate în urma roții sînt solicitate de forțe de întindere iar cele din fața roții sînt solicitate de forțe de compresie.

Forțele datorită frînării vehiculelor sînt forțe longitudinale care se aplică pe suprafața de rulare a șinelor și acționează asupra acestora în sensul de circulație (fig. IV. 9).

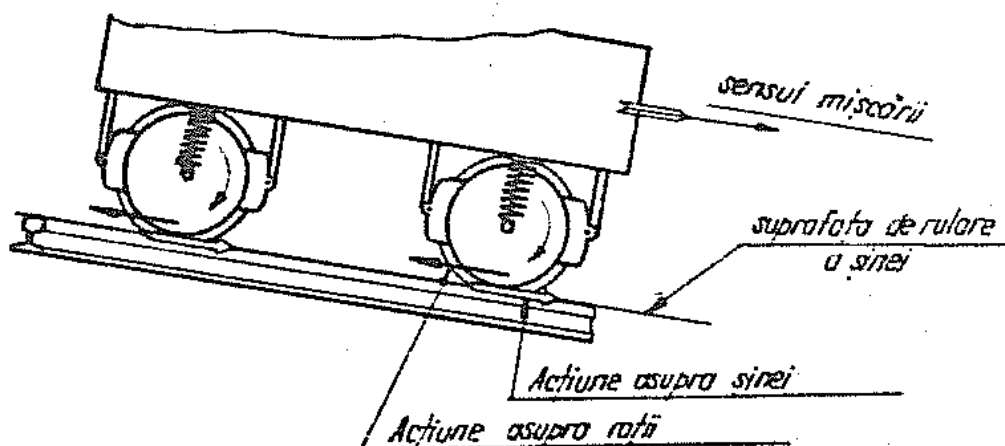


Fig.IV. 9. Forțele de frînare

Forțele longitudinale provocate de rezistența la înaintare a convoiului de vagoane sînt egale cu forța de tracțiune la oșdă a locomotivei, iar ca acțiune asupra șinelor aceste forțe ^{sînt} dirijate în sensul de mișcare (fig.IV.10).

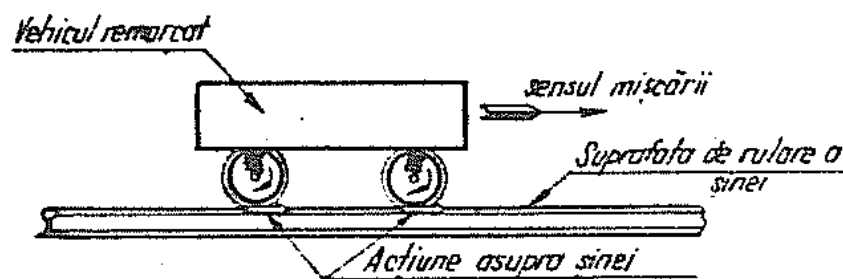


Fig.IV. 10. Forțele datorită rezistenței la înaintare a vehiculului remorcat

În mod simplificat se consideră că toate forțele orizontale se aplică la nivelul suprafeței de rulare a șinei.

IV.3. Condițiile ce trebuie să le îndeplinească o prindere

Ca o prindere să fie considerată bună, trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

- să asigure poziția stabilă în plan a celor două șine (menținerea lărgimii căii și a înclinării șinelor, împiedicarea răsturnării și fugirii șinelor etc) ;
- să asigure elasticitatea necesară ținînd seama de alcătuirea căii în ansamblu;
- solicitările exterioare să fie preluate exclusiv prin forțe de întindere în elementele de fixare (tirfoane, șuruburi verticale) și prin rezistențele de frecare între diferite elemente din alcătuirea prinderii (tirfoanele să nu fie supuse la răsucire sau la strivirea tijei);

- să asigure rezistența electrică necesară funcționării circuitelor de cale;
- să slăbească cât mai puțin secțiunea transversală a traversei;
- tehnologia de fabricație pentru elementale componente să fie cât mai simplă;
- să permită în cât mai bune condițiuni montarea și demontarea căii;
- să fie cât mai simplă, cu o greutate totală cât mai mică și numărul pieselor redus;
- să permită controlul ușor al stării căii (gradul de strângere al elementelor de fixare).

IV.4. Prinderile șinelor pe traversele de lemn

Prinderile șinelor pe traverse de lemn întâlnite la CFR, sînt prinderi rigide. Elementele ce intră în alcătuirea prinderilor rigide nu contribuie în măsură suficientă la amortizarea șocurilor, prin transformarea unei părți a energiei produse de acestea în energie de deformare elastică.

Prinderile sînt, în general, specifice unui anumit tip de șină.

La tipurile de șine ușoare și de regulă în cazul sarcinilor pe osie cu valori reduse - din punct de vedere al rezistenței la strivire a lemnului - nu sînt necesare plăci suport sub talpa șinelor.

IV.4.1. Prinderea rigidă simplă fără placă. Acest tip de prindere (fig.IV.11) se caracterizează prin aceea că forțele verticale se transmit de la șină direct la traversă iar forțele orizontale transversale acționează asupra elementelor de fixare (crampoane sau tirfoane) în felul următor :

- solicită în principal la smulgere pe cele dinspre axa căii;
- solicită la forfecare pe cele dinspre exteriorul axei căii.

Avînd în vedere solicitările reduse ce se transmit asupra prinderii, s-a constatat că un singur element de fixare spre axa căii este suficient pentru a prelua forța de smulgere și a asigura astfel stabilitatea la răsturnare a șinei. La exterior se prevăd două elemente de fixare (crampoane sau tirfoane) pentru a prelua în bune condițiuni forțele orizontale transversale căii; strivirea lemnului pe suprafața de contact cu elementul de fixare se produce în mai mică măsură în acest caz.

Forțele longitudinale sînt preluate prin frecările ce se

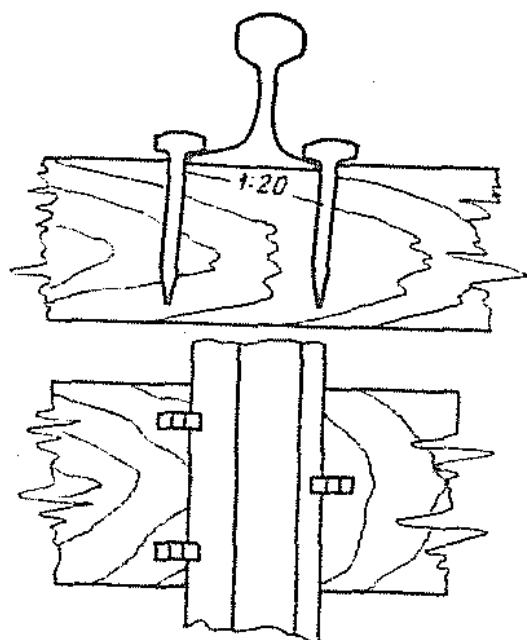
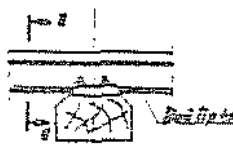
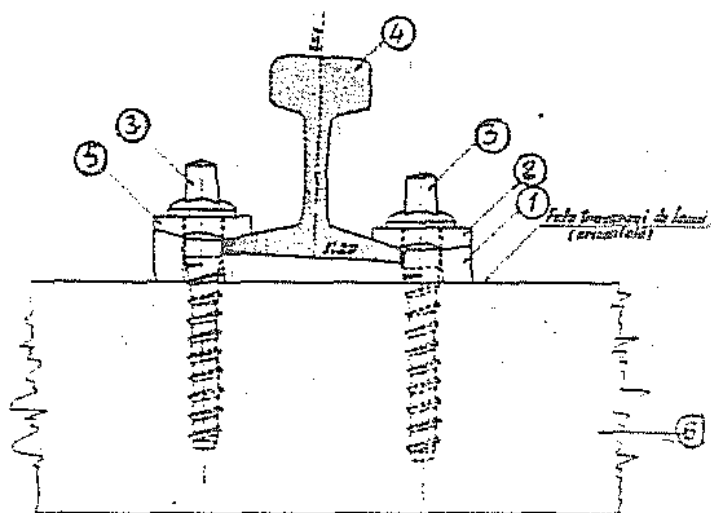


Fig. IV.11. Prinderea rigidă, simplă, fără placă pe traverse de lemn

fixarea plăcii suport de traversă (fig. IV.12); prinderea directă se întilnește la calea cu șine tip 40.

SECȚIUNEA a-a

SCHEMA GENERALĂ



1. Placă suport;
2. Clește dublu;
3. Tirfon;
4. Șina tip 40;
5. Clește simplu;
6. Traversă de lemn.

Obs.: Cleștii se montează cu partea mai groasă spre axa căii.

Fig. IV.12. Prinderea directă pe traversa de lemn (șina tip 40)

Fixarea de traversă se realizează cu trei tirfoane; două din ele se montează pe partea șinei dinspre axa căii. Prezența plăcii

suport face ca toate elementele de fixare să lucreze la preluarea forțelor orizontale transversale; din acest punct de vedere nu are deci importanță unde se așază mai multe elemente de fixare, la interior sau la exterior.

Se prevăd două tirfoane spre axa căii pentru a spori rezistența la răsturnare.

Introducerea plăcii suport necesită un consum suplimentar de metal ceea ce scumpește prinderea.

Totodată placă este un element independent supus vibrațiilor; praful și particulele de nisip pătrunse între placa suport și traversă provoacă uzura traversei și a plăcii. De asemenea vibrația plăcii provoacă uzura elementelor de fixare și a găurilor din placă (gîtul tirfonului se uzează iar găurile din placă se lărgesc).

Vibrația plăcilor este posibilă datorită faptului că diametrul găurilor plăcii, precum și diametrul găurilor cleștilor, diferă de diametrul elementului de fixare. Elementele de fixare sînt astfel concepute încît la o solicitare normală a căii să lucreze prin intermediul forțelor de frecare ce se dezvoltă pe suprafețele de contact (fig. IV.13); elementul de fixare trebuie să lucreze la smulgere și nu la forfecare (strivirea fibrelor lemnului pe conturul găurii din traversă). Sub acțiunea circulației la contactul dintre filetul tirfonului și fibrele lemnului se produc deformări remanente, care cumulate cu strivirea fibrelor lemnului de sub talpă, creează un joc între placă și elementele de fixare, făcînd astfel posibilă vibrația plăcii suport.

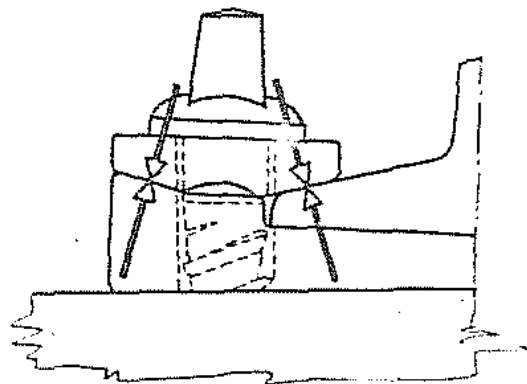


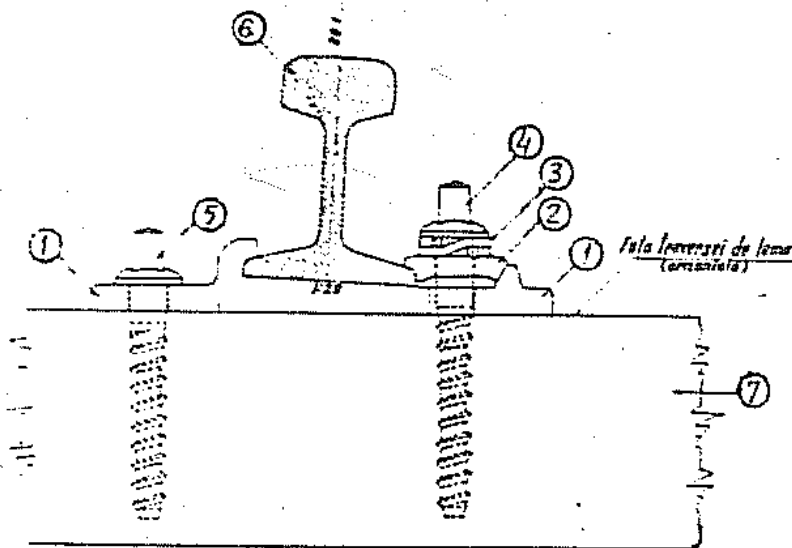
Fig. IV.13. Forțele de interacțiune dintre clește, talpa șinei și placă

Cleștele a fost prevăzut pentru a se obține o solicitare simetrică a elementului de fixare, dar introducerea sa face să scadă aproximativ la jumătate forța de frecare ce se opune la deplasarea șinei pe placă în lungul căii.

IV.4.3. Prinderea semidirectă (mixtă) se caracterizează prin faptul că, pe o parte, talpa șinei este fixată direct (cu tirfon), iar pe cealaltă parte, talpa șinei este fixată indirect; prinderea semidirectă se întâlnește la calea cu șine tip 45 (fig. IV.14).

SECȚIUNEA a-a

SCHEMA GENERALĂ



1. Placa suport;
2. Clește;
3. Inel resort;
4. Tirfon;
5. Tirfon;
6. Șina tip 45;
7. Traversa de lemn.

Fig.IV.14. Prinderea semidirectă pe traversa de lemn (șina tip 45)

Placa suport este prevăzută cu trei găuri pentru elementele de fixare (tirfoane) din care două sînt spre exteriorul căii. Se montează două tirfoane la exteriorul căii deoarece :

- la scoaterea șinelor din cale să se deșurubeze numai un singur element de fixare;
- cînd fixarea plăcilor se face în prealabil (în baza de montare) un singur tirfon nu ar putea fixa placa de traversă.

Pentru a fi asigurată în permanență presarea cleștelui, sub capul tirfonului de la interiorul căii este prevăzut un inel resort dublu.

Prinderea semidirectă nu preia în bune condiții forțele longitudinale din care cauză se produce fugirea șinelor.

IV.4.4. Prinderea indirectă se caracterizează prin aceea că șina se fixează de placa suport, cu alte elemente (șuruburi verticale) decît acelea care fixează placa suport de traversă (tirfoanele); o astfel de prindere se întîlnește la calea cu șine tip 49, 54-E și 60 (fig.IV.15).

În comparație cu prinderile prezentate anterior prinderea indirectă asigură o mai bună fixare a plăcii de traversă.

Printre avantajele mai importante ale acestei prinderi se remarcă:

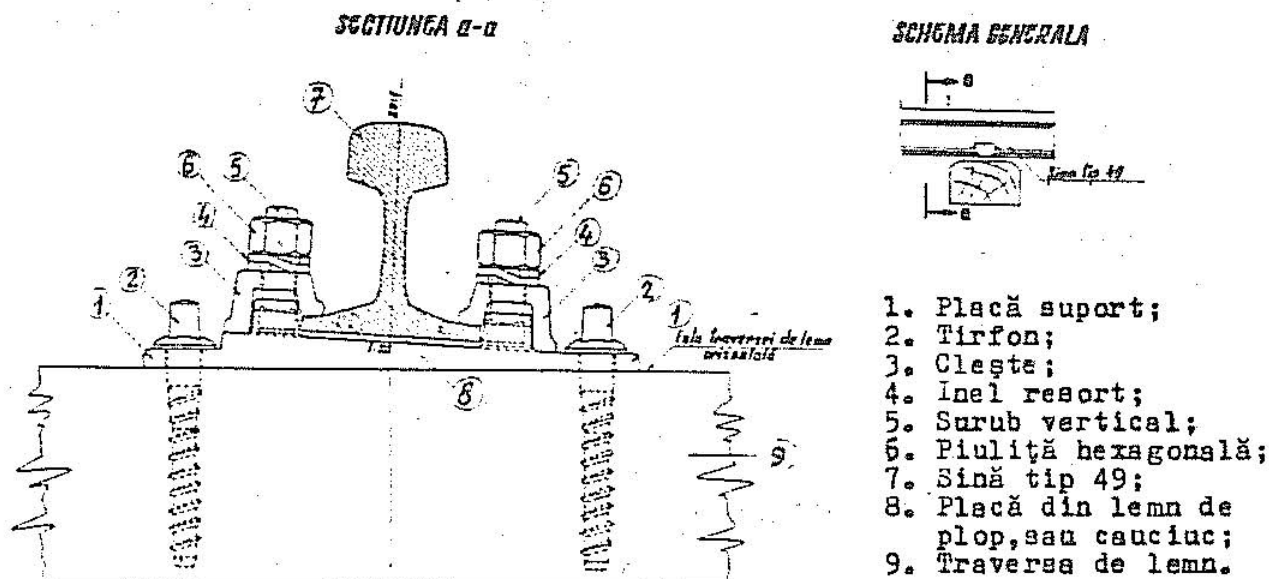


Fig. IV.15. Prinderea indirectă pe traversa de lemn (șinele tip 49; 54-B și 60)

- pentru scoaterea șinei din cale nu este necesar să se deranjeze elementele de fixare a plăcii de traverse;
- este împiedicată alunecarea șinei pe plăci deoarece cleștii asigură o spăsură suficient de mare asupra tălpii șinei;
- montarea plăcii pe traversă se poate face înainte de operația de fixare a șinelor;
- permite într-o oarecare măsură rectificări de nivel, prin introducerea de plăcuțe între talpa șinei și placa suport, fără a modifica prea mult modul de lucru al prinderii în ansamblu (șina rămâne totuși între reborduri);
- asigură o rigiditate de cadru sporită în comparație cu alte sisteme.

Dezavantajele principale ale prinderii indirecte prezentate sînt: consum ridicat de metal și un număr mare de elemente ce intră în alcătuirea sa.

Prinderea se poate realiza cu patru tirfoane - două la exterior și două la interior. În cazul cînd se prevede folosirea a 3 tirfoane, pe baza celor arătate la prinderea directă, se montează două tirfoane la interior și unul la exterior.

Stringerea tirfoanelor se realizează cu un anumit moment final de răsucire pentru a nu se produce distrugerea fibrelor lemnului.

Piulița șuruburilor verticale se recomandă să fie strinsă cu un moment final de răsucire de ~ 25 kgf/m; între momentul final de răsucire și forța axială din șurubul vertical, respectiv apăsarea pe talpa șinei există o legătură directă.

IV.5. Prinderile șinelor pe traverse de beton

La traversele de beton armat precomprimat indiferent de tipul șinei, prinderea acestora de traversă se realizează cu două elemente de fixare (tirfoane).

Elementele de fixare (tirfoanele) se introduc în traversă în dibluri de lemn sau polietilenă. Dacă pentru fixare ar fi folosite patru tirfoane - ca în cazul traverselor de lemn - atunci, în aceeași secțiune transversală prin traversă ar trebui amplasate două dibluri ceea ce determină următoarele inconveniente :

- slăbirea secțiunii traversei de beton;
- poziționarea dificilă a armăturii preîntinse rectilinii ca urmare a reducerii secțiunii;
- distribuție neuniformă a armăturii în secțiune.

Calea pe traverse de beton este mai rigidă decât calea pe traverse de lemn și ca urmare neregularitățile au efecte dăunătoare mai pronunțate asupra elementelor căii. Pentru mărirea elasticității prinderilor pe traverse de beton în alcătuirea acestora se folosesc:

- plăci intermediare de cauciuc sau polietilenă de înaltă presiune, așezate pe fața superioară a traverselor;
- inele resort între capul tirfoanelor și placa suport.

Rezistența mare la compresie a betonului în comparație cu cea a lemnului justifică de ce multe sisteme de prinderi pe traverse de beton, întâlnite la alte administrații, nu mai au în alcătuirea lor plăci metalice suport. În cazul prinderilor directe, fără plăci suport, apare însă dezavantajul că elementele care fixează șina de traversă (crampoane, tirfoane sau șuruburi), preiau forțele fără a le amortiza, fapt ce conduce la distrugerea rapidă a legăturilor la fisurarea sau desprinderea betonului din traverse.

La calea fără joante se impune folosirea în alcătuirea prinderilor pe traverse de beton, a plăcilor suport cu nervuri (între care se așază talpa șinei), pentru a asigura rigiditatea de cadru necesară stabilității prin împiedicarea rotirii șinei în plan orizontal.

Pentru a asigura buna funcționare a circuitelor de cale trebuie ca traversele să aibă o rezistență electrică mare. Traversele de lemn au această calitate pe când traversele de beton armat, mai

ales în prezența umidității, nu asigură rezistența minimă de izolare ($\sim 2250 \Omega$). Izolarea electrică a traverselor poate fi obținută prin intermediul prinderilor, la noi în țară se folosesc în acest scop plăci de cauciuc sau polietilenă sub placa suport iar diblurile de lemn se impregnează. Circuitul de cale trebuie să se închidă prin osia vehiculului (fig.IV.16)

Dacă rezistența de izolare electrică a prinderii nu ar fi suficient de mare circuitul de cale se poate închide prin traversă iar semnalul de bloc s-ar pune pe oprire și atunci când distanța de bloc este liberă.

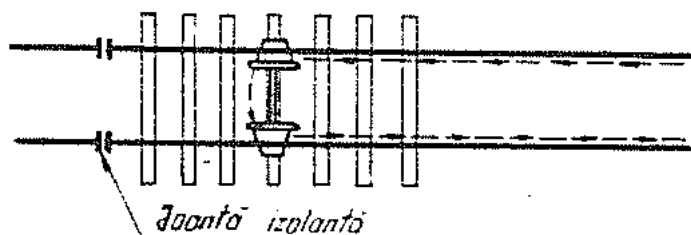


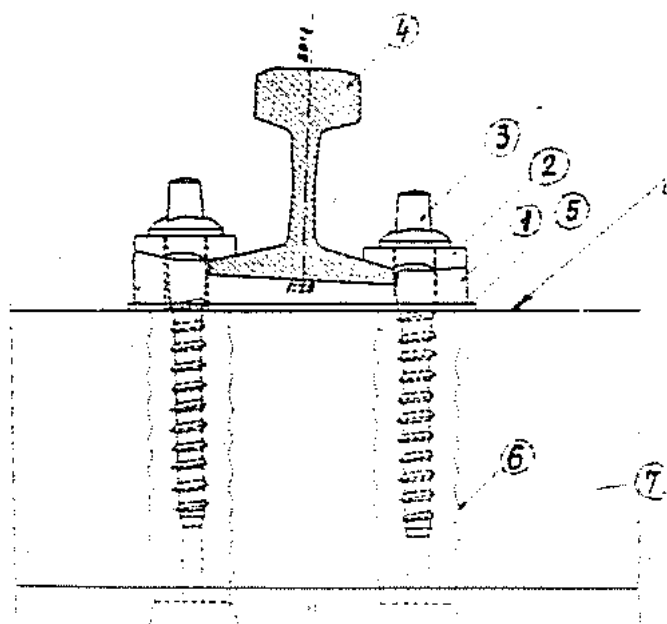
Fig.IV.16. Închiderea circuitului de cale prin osia vehiculului

Prinderile de traverse de beton, utilizate în țara noastră, au fost concepute adaptând prinderile corespunzătoare de la traversele de lemn.

IV.5.1. Prinderea directă pentru șina tip 40 pe traverse de beton armat precomprimat este prezentată în fig.IV.17; ca element suplimentar față de prinderea pe traverse de lemn apare placa intermediară din cauciuc, cu rolurile arătate anterior.

SECȚIUNEA a-a

SCHEMA GENERALĂ



1. Placă suport;
2. Clește simplu;
3. Tirfon;
4. Șină tip 40;
5. Placă intermediară din cauciuc;
6. Dibu;
7. Traversa de beton armat precomprimat ($T_s 13$)

Fig.IV.17. Prinderea directă pe traversa de beton (șina tip 40).

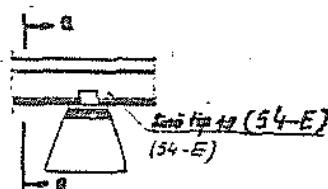
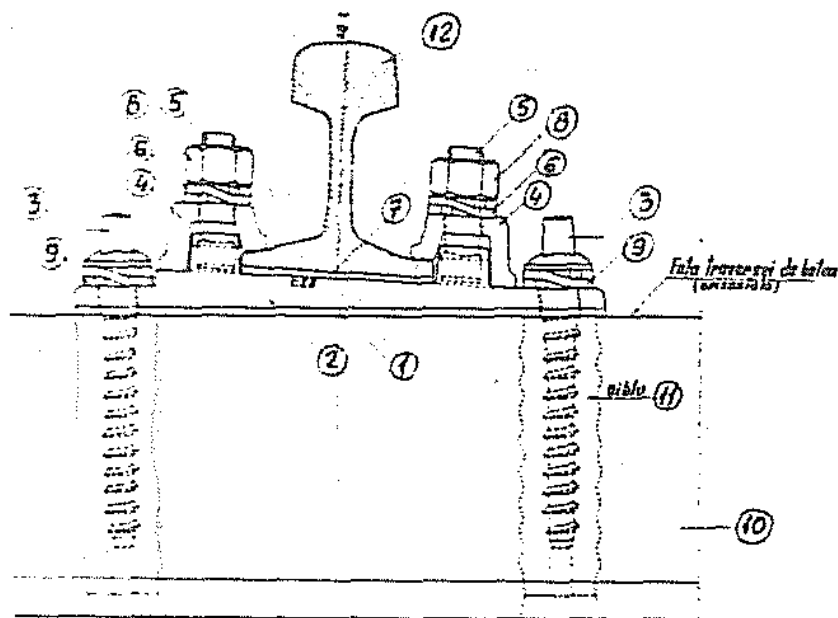
Deoarece șina tip 45 urmează a fi scoasă din uz nu se execută nici suprastructura pe traverse de beton pentru acest tip de șină.

IV.5.2. Prinderea indirectă pe traversa de beton a șinelor tip 49 și 54-E (fig. IV.18) se realizează cu material mărunț metalic de aceeași formă și dimensiuni (șina tip 54-E are lățimea tălpilor egală cu a șinei tip 49). Ca elemente suplimentare față de prinderea pe traverse de lemn apar: placa de polietilenă pe fața superioară a traversei și inele resort sub capul tirfoanelor, având rolurile arătate anterior.

Prinderea șinei tip 60-U.I.C. pe traverse de beton are în principiu aceeași alcătuire ca și în cazul prinderii șinelor tip 49 și 54-E, cu deosebirea că placa suport are grosimea constantă (înclinarea de 1:20 se realizează prin executarea înclinată a feței superioare a traversei).

SECȚIUNEA a-a

SCHEMA GENERALĂ



1. Placă de polietilenă;
2. Placă suport;
3. Tirfon;
4. Clește;
5. Surub vertical;
6. Inel resort;
7. Placă de lemn sau cauciuc;
8. Piniță hexagonală;
9. Inel resort;
10. Traversă de beton armat precomprimat T 13;
11. Diblu;
12. Șina tip 49(54-E)

Fig. IV.18. Prinderea indirectă pe traversa de beton (șina tip 49 și 54-E).

Placa elastică de polietilenă contribuie la mărirea elasticității prinderii în felul următor: când linia nu este încărcată de convoi, iar tirfoanele sînt strînse, placa elastică este presată și inelele resort de sub capul tirfoanelor sînt comprimate; în momentul cînd intervine încărcarea de la convoi, placa elastică capătă o deformare suplimentară iar inelele resort se destind și în acest fel, prin sporul de tasare elastică pe verticală adus de placa elastică, crește

tasarea totală a căii (se realizează astfel o apropiere între rigiditatea căii pe traverse de beton și cea pe traverse de lemn).

Datorită poziției fixe a diblurilor din traverse, prinderile pe traverse de beton prezentate se folosesc numai în aliniamente și curbe la care nu se execută supralărgirea căii ($R > 500$ m).

IV.6. Schema de lucru a prinderii indirecte

Prinderea indirectă este prinderea generalizată pe rețeaua noastră de cale ferată deoarece realizează în cele mai bune condiții fixarea șinei de traverse. Datorită acestui fapt este necesar a se cunoaște care sînt condițiile normale de lucru ale prinderii indirecte.

Schema de lucru a prinderii indirecte pe traverse de beton (fig. IV.18) este prezentată în fig. IV.19.

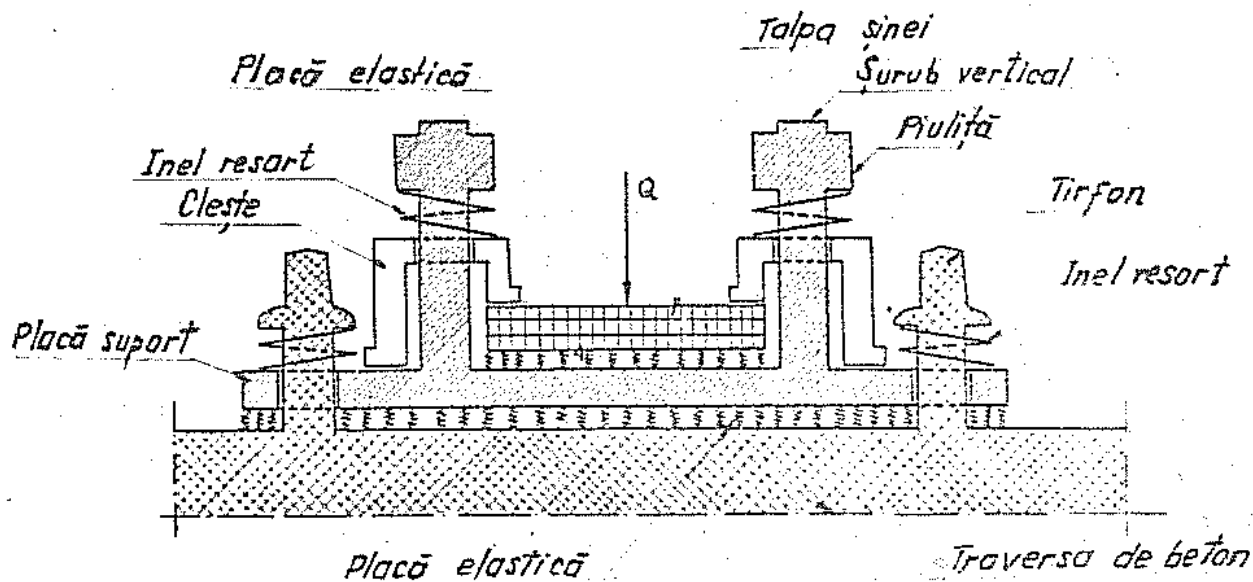


Fig. IV.19. Schema de lucru a prinderii indirecte pe traverse de beton

La încheierea operației de strângere a piuliței șurubului vertical se acționează cu un moment de răsucire avînd o valoare cuprinsă între 15 - 40 kgf.m. La CFR valoarea momentului final de răsucire nu este normată, dar din încercările efectuate de Institutul de cercetări și proiectări tehnologice în transporturi a reieșit ca valoare recomandabilă 25 kgf.m.

Din schema de lucru a prinderii (fig. IV.19) se observă că legăturile dintre șuruburile verticale și placa suport precum și dintre tirfoane și traverse au fost reprezentate sub forma unor încastrări perfecte. Atîta timp cît în șurubul vertical există forță de întindere, între șurubul vertical și placa suport nu sînt deplasări relative;

drept urmare reprezentarea legăturii dintre aceste piese în forma arătată este suficient de apropiată de realitate. În cazul tirfoanelor înșurubate în dibluri, din cauza deformabilității lemnului sub acțiunea întinderii din tija tirfonului, între capul tirfonului și fața superioară a traversei există deplasări relative; drept urmare reprezentarea legăturii dintre aceste piese sub forma unei încastrări perfecte se îndepărtează mai mult de realitate.

În situația când șina nu este încărcată de convoi, datorită strîngerii piulițelor, inelele resort sînt comprimate, iar asupra tălpii șinei se transmit la contactul cu clegții forțe de apăsare care comprimă placa elastică de sub talpa șinei. Alunecarea șinei în prindere este împiedicată în acest caz de forțele de frecare ce se dezvoltă pe suprafețele de contact (dintre clegți și șină și dintre talpa șinei și placa situată sub aceasta).

În situația când șina este încărcată de convoi, se produce o comprimare suplimentară a plăcilor elastice de sub talpa șinei și de sub placa suport, iar inelele resort se destind și obligă clegții să urmărească talpa șinei. Dacă nu ar exista inele resort atunci la comprimarea plăcii de sub talpa șinei clegtele ar rămîne liber, putînd în acest fel să vibreze. Cu cît forța Q crește cu atît inelul resort ajunge să se destindă mai mult și la un moment dat ar fi posibil ca el să iasă din funcțiune. Datorită acestui fapt este necesar ca, între caracteristicile de deformabilitate a inelelor resort și a plăcilor elastice, să existe o corelare; reducerea forței de apăsare asupra inelului resort să fie cît mai mică odată cu destinderea sa.

Eventualele deplasări ale șinei în lungul ei - dacă astfel de deplasări au loc - trebuie să se producă prin alunecarea șinei în raport cu placa și nu prin alunecarea șinei împreună cu placa suport în raport cu traversa. Dacă s-ar produce deplasarea șinei împreună cu placa suport în raport cu traversa, atunci tijele tirfoanelor ar veni în contact direct cu pereții găurilor plăcii, situație ce este necorespunzătoare. Pentru a fi împiedicată această deplasare, trebuie ca forța de apăsare a tălpii șinei asupra plăcii intermediare aflate sub șină, să fie mai mică de cît forța de apăsare a plăcii suport asupra plăcii elastice de pe suprafața traversei. Pentru satisfacerea acestei condiții trebuie ca momentul de răsucire, folosit în cazul strîngerii piulițelor șuruburilor verticale să fie mai mic decît momentul de răsucire folosit la strîngerea tirfoanelor.

Rezultă necesar ca pentru valorile posibile ale forței Q să

nu se ajungă în situația ca inelele resort să fie complet destinse.

IV.7.Prinderi elastice

În cazul prinderilor rigide practica arată că legăturile dintre diferite elemente ce intră în alcătuirea acestora slăbesc în timpul exploatării și este necesară întreținerea lor continuă. În cazul traverselor de beton armat, care sînt mai rigide, apare necesitatea ca prinderea să asigure o mai mare elasticitate prin menținerea unei forțe permanente de presare a șinei pe traversă.

La prinderile elastice intervin o serie de elemente ce reduc valorile forțelor dinamice de interacțiune.

Prinderile elastice au cea mai mare răspîndire în cazul traverselor de beton.

În funcție de tipul elementelor principale ce intră în alcătuirea lor, prinderile elastice sînt de mai multe feluri :

- prinderi cu crampoane elastice;
- prinderi cu tirfoane și clești elastici;
- prinderi cu tirfoane și cleme elastice;
- prinderi cu șuruburi și clești elastici;
- prinderi cu șuruburi și cleme elastice;
- prinderi cu tirfoane-șuruburi și cleme elastice;
- prinderi cu tirfoane-șuruburi și agrafe;
- prinderi cu agrafe;
- prinderi cu brățări ancorate și cleme elastice.

Crampoanele elastice au capul în formă de arc și fixează cu acesta talpa șinei (fig.IV.20). Cînd șina se ridică sub efectul circulației vehiculului, capul cramponului apasă asupra tălpii șinei cu o forță și mai mare, astfel încît în toate situațiile talpa șinei este spăsată.

Dezavantajele cramponelor elastice sînt următoarele :

- rezistența la smulgere este destul de redusă (în cazul diblurilor de lemn, la care fibrele sînt paralele cu tija cramponului, această rezistență este de ~ 600 kgf);

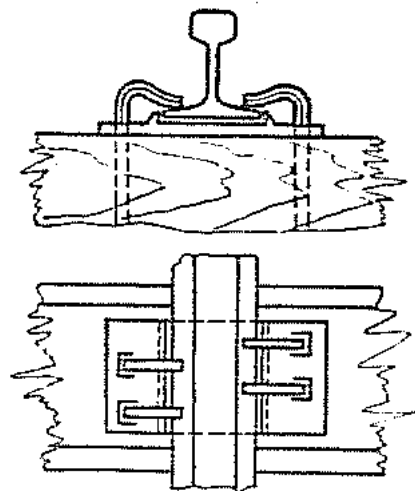


Fig.IV.20. Prindere cu crampoane elastice

- confecționarea lor se realizează din oțel special, elastic, care determină un cost ridicat;
- forța de întindere din tijă tinde să smulgă cramponul;
- înlocuirea șinslor se face prin scoaterea tirfoanelor, fapt ce deranjează legătura acestora cu traversa;
- bătarea se realizează cu ciocane, acest fapt avînd consecințe dăunătoare în cazul traverselor de beton.

Clemele elastice reprezintă un alt tip de element prin care se poate realiza elasticizarea prinderilor. Cea mai răspîdită clemă este cleva elastică de tip francez R.N., care intră în alcătuirea multor sisteme de prindere. In fig. IV.21 este prezentată o prindere cu tirfon și clemă elastică.

1. clemă elastică;
2. tirfon;
3. diblu de lemn
4. placă izolatoare;
5. garnitură izolantă.

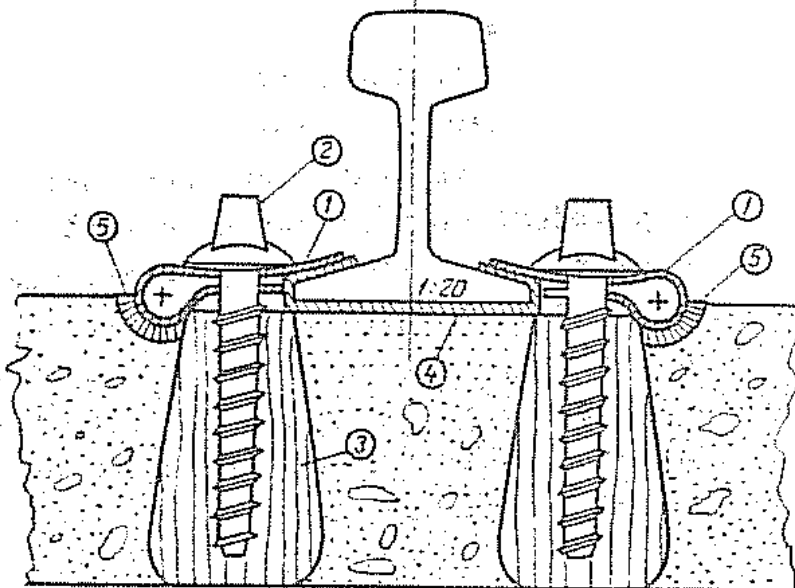


Fig. IV.21. Prindere cu tirfoane și clemă elastică

Cleva elastică este realizată din oțel arc avînd două brațe și o buclă. Prin strîngerea tirfonului în dibla, brațul superior al clevlei apasă pe fața superioară a tălpii șinei cu o forță de 600-800 kgf, împiedicînd astfel alunecarea în lung a șinei. Brațul scurt al clevlei, la sfîrșitul procesului de strîngere, ajunge în contact cu partea laterală a tălpii șinei, preluînd forțele orizontale transversale și le transmite direct la traversă prin scobitura unde se află bucla clevlei. Diametrul găurii din clemă este mai mare decît diametrul tijei tirfonului pentru a fi posibilă transmiterea forțelor orizontale direct la traversă, fără a solicita puternic tirfonul și diblul. Acest sistem de prindere are dezavantajul că la înlocuirea plăcilor izolatoare și la corectarea poziției în plan a șinslor trebuie să

se degurubeze tirfonul, fapt ce slăbește prinderea. Pentru a elimina neajunsurile prinderilor realizate cu dibluri, a căror durată de serviciu este mai mică decât a traverselor, iar înlocuirea diblurilor este foarte grea, s-au conceput și experimentat diferite sisteme de prindere cu șuruburi, ce se pot introduce fie pe la partea superioară fie pe la partea inferioară a traverselor.

În fig. IV.22 este prezentată prinderea cu șuruburi și clemă elastică R.N.

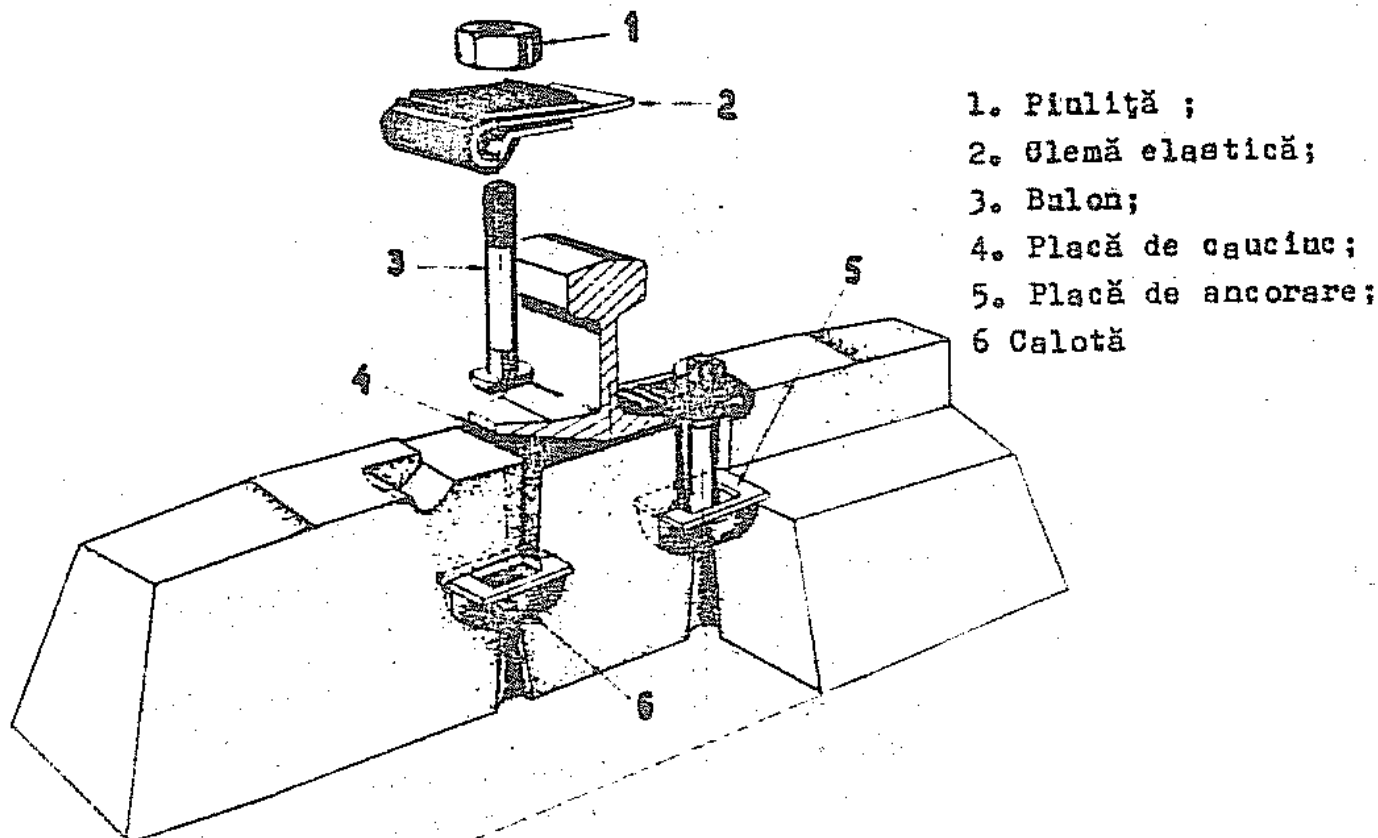


Fig. IV.22. Prinderea cu șuruburi și clemă elastică tip R. N.

Din punct de vedere funcțional acest sistem de prindere are același mod de lucru ca și prinderea cu tirfoane și clemă elastică, prezentată în fig. IV.21.

Prinderea din fig. IV.22 se caracterizează prin următoarele :

- număr de piese, 11 buc;
- forța de apăsare a unei cleme 500-600 kgf;
- nu este corespunzătoare din punct de vedere al rezistenței la fugirea șinei în lung;
- asigură o bună izolare electrică a șinei față de traversă, permițând buna funcționare a circuitelor de cale.

Alte sisteme de prinderi elastice se caracterizează prin aceea că în locul tirfoanelor - pentru a evita deşurubarea acestora din dibluri când se fac intervenţii la cale - folosesc aşa numitele tirfoane-şuruburi. Un tirfon şurub are trei părţi: o parte cu filet de tirfon ce se introduce în diblu, o parte cu filet de şurub pentru piuliţa ce presează clema elastică şi o parte intermediară între acestea două care îi permite să fie prinsă în maşina de tirfonat.

Agrafa elastică este un alt element cu ajutorul căreia se pot realiza prinderi elastice. În fig. IV.23 este prezentată prinderea tip Pandrol cu agrafe elastice.

1. Diblu din fontă maleabilă;
2. Placă de cauciuc-plută;
3. Izolator de relon;
4. Agrafă elastică;
5. Sina tip 49.

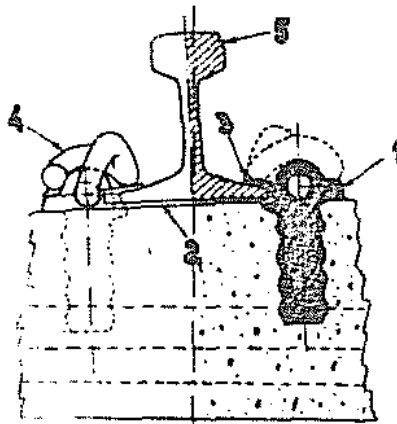


Fig. IV.23. Prinderea cu agrafe elastice tip Pandrol

Acest tip de prindere se caracterizează prin următoarele :

- număr foarte redus de piese;
- forța de apăsare asupra faței superioare a tălpii șinei, dată de o agrafă este de 600-700 kgf;
- asigură o izolare electrică corespunzătoare;
- a dat rezultate bune, pe sectoarele experimentale, privind menținerea lărgimii căii;
- este mai ieftină decât alte tipuri de prinderi;
- montajul și întreținerea sînt simple.

IV.8. Clasificarea joantelor

Joantele se pot clasifica astfel :

1. Din punct de vedere al poziției relative în plan a joantelor de pe cele două fire :
 - a) joantă la echer (fig. IV.24);
 - b) joantă la șicher (fig. IV.25);
 - c) joante la întimplare.
2. În funcție de poziția traverselor în zona joantelor :
 - a) joante susținute (fig. IV.26) - la care joanta se află deasupra unei traverse sau deasupra a două traverse alăturate;

b) joante suspendate (fig.IV.27).

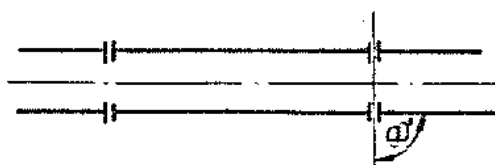


Fig.IV.24. Joante la echer

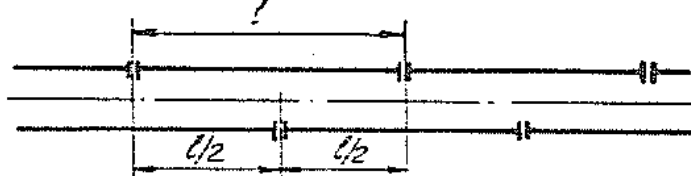


Fig.IV.25. Joante la eşicher

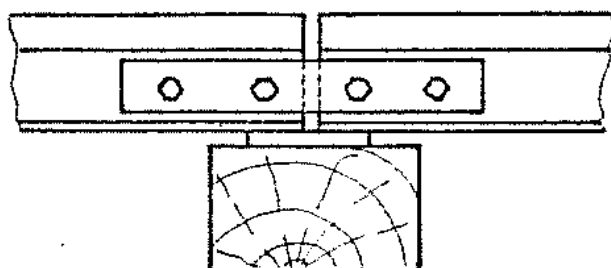


Fig.IV.26. Joantă susținută

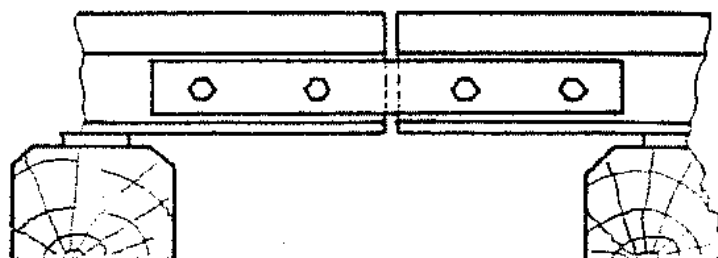


Fig.IV.27. Joantă suspendată

3. În funcție de faptul dacă admite sau nu trecerea curentului electric :

- a) joante bune conducătoare de curent electric pentru liniile electrificate;
- b) joante obișnuite;
- c) joante izolante.

IV. 9. Eclisarea șinelor

În cazul căii pe traverse de lemn, capetele celor două șine reazemă pe o placă suport unică, denumită placă pod, așezată pe două traverse alăturate; această constatare este valabilă pentru șinele tip 40, 45, 49 și 60, excepție făcând șina tip 54-E care se fixează de traversele din dreptul joantei pe plăci suport simple.

În cazul căii pe traverse de beton la joante se folosesc plăci suport simple (la șinele tip 49, 54-E și 60), excepție făcând șina tip 40.

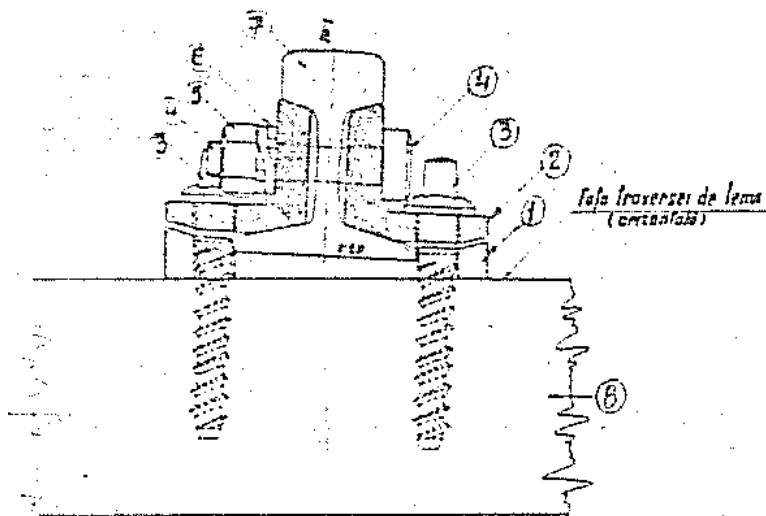
La eclisarea șinelor grele se prevăd inele resort între eclisă și piulița șurubului orizontal, pentru ca pe măsura uzurii suprafețelor de contact dintre eclise și șine să se mențină totuși o anumită forță de întindere în tija șurubului orizontal. Când în tijele șuruburilor orizontale valoarea forțelor de întindere devine nulă, continuitatea căii la joante nu mai este asigurată deoarece piesele nu mai lucrează în bloc ci independent. Prezența inelelor resort împiedică totodată desfacerea piulițelor ca urmare a vibrațiilor din circulație.

Lungimea tijei șurubului orizontal se stabilește astfel încât

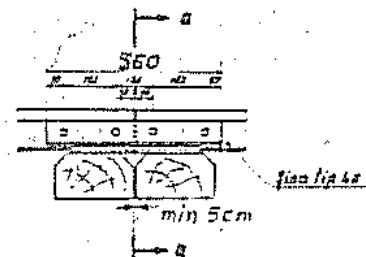
să rămână în afara piuliței cu minimum 2-3 spire.

IV.9.1. Joantele șinelor tip 40 se realizează cu eclise în formă de cornieră care fixează totodată și capetele șinelor de traversele din dreptul joantelor; la joantă nu se mai folosesc clești pentru fixarea șinei de traversă (fig.IV.28 și fig.IV.29).

SECȚIUNEA a-a



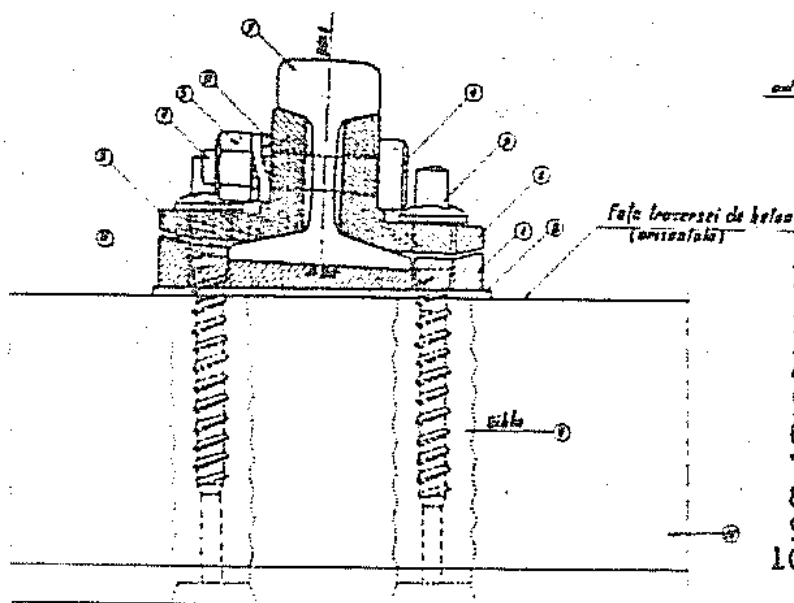
SCHEMA GENERALĂ



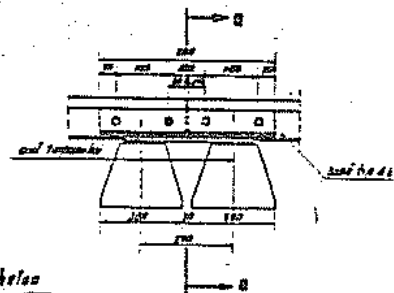
1. Placă pod;
2. Eclisă;
3. Tirfon;
4. Surub orizontal;
5. Piuliță hexagonală;
6. Inel resort;
7. Șina tip 40;
8. Traversa de lemn.

Fig.IV.28. Eclisarea șinelor tip 40 și prinderea în dreptul joantei pe traverse de lemn

SECȚIUNEA a-a



SCHEMA GENERALĂ



1. Placă pod tip 40;
2. Eclisă tip 40;
3. Tirfon;
4. Surub orizontal;
5. Piuliță hexagonală;
6. Inel resort;
7. Șina tip 40;
8. Placă de cauciuc;
9. Dîblu de lemn;
10. Traversa de beton pre-comprimat T_s 13

Fig.IV.29. Eclisarea șinelor tip 40 și prinderea în dreptul joantei pe traverse de beton

Fixarea șinei de traverse se realizează prin intermediul aripilor orizontale ale ecliselor, pe care se sprijină capul tirfoanelor. Îngurubarea tirfoanelor trebuie făcută numai după strângerea șuruburilor orizontale datorită spațiului care rămâne între aripa orizontală a eclisei și placa suport.

Șuruburile orizontale de eclisare se montează, de regulă, astfel încât piulițele să fie dispuse spre axa căii, pentru a putea fi verificate de revizorul de cale. La îngurubarea piulițelor, rotirea șurubului nu este posibilă deoarece capul dreptunghiular al șurubului sprijină în aripa orizontală a cornierei care este îngroșată în acest scop. Se remarcă faptul că, datorită montării înclinată a șinelor (1:20) contactul dintre capul tirfonului și aripa eclisei se realizează defectuos (excentric). La joante pe traverse de beton sub placa pod, pe fața celor două traverse, se introduc plăci intermediare de cauciuc, iar tirfoanele au filetul prelucrat corespunzător pentru a fi introduse în dibluri. Joantele prezentate (fig. IV.28 și IV.29), sînt de tipul joantelor susținute (ambele sînt prevăzute cu plăci pod).

IV.9.2. Joanta șinei tip 45 pe traverse de lemn este prezentată în fig. IV.30.

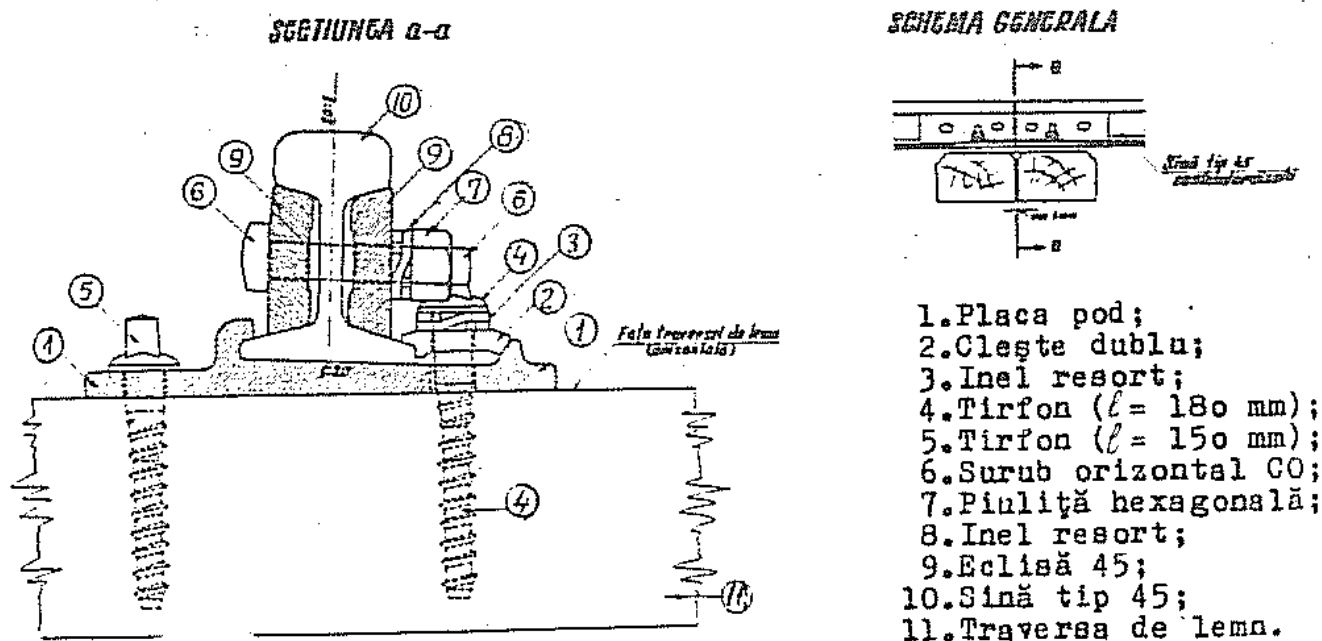


Fig. IV.30. Eclisarea șinelor tip 45 și prinderea în dreptul joantei traversei de lemn

Rotirea șuruburilor orizontale la strângerea piulițelor nu este posibilă deoarece găurile în eclisă sînt ovale, iar secțiunea prin șurub, aflată lângă capul acestuia, este de asemenea, de formă ovală. Pentru a fi împiedicată înclinarea șuruburilor în plan

orizontal, șuruburile de la găurile din vecinătatea rostului se montează cu piulițele în partea dinspre axa căii, iar celelalte se montează cu piulițele spre exteriorul căii. Pentru fixarea tălpii și-
nei pe traverse se folosește un clește dublu.

IV.9.3. Joantele șinelor tip 49 pe traverse de lemn și de be-
ton sint prezentate în fig.IV.31 și respectiv fig.IV.32. Suruburile
orizontale de eclisare se montează cu piulițele spre axa căii.

Retirea șuruburilor nu este posibilă deoarece capul de formă
pătrată a șurubului are latura cu puțin mai mică decât lăcașul de la
exteriorul eclisei.

Fixarea plăcii suport de traversă precum și fixarea șinei de
placă se face similar ca pentru prinderile din cuprinsul panoului,
cu deosebirea că în cazul traverselor de lemn placa suport este o
placă pod; în cazul traverselor de beton pe fiecare traversă adia-
centă joantei se montează plăci suport simple (fig.IV.32).

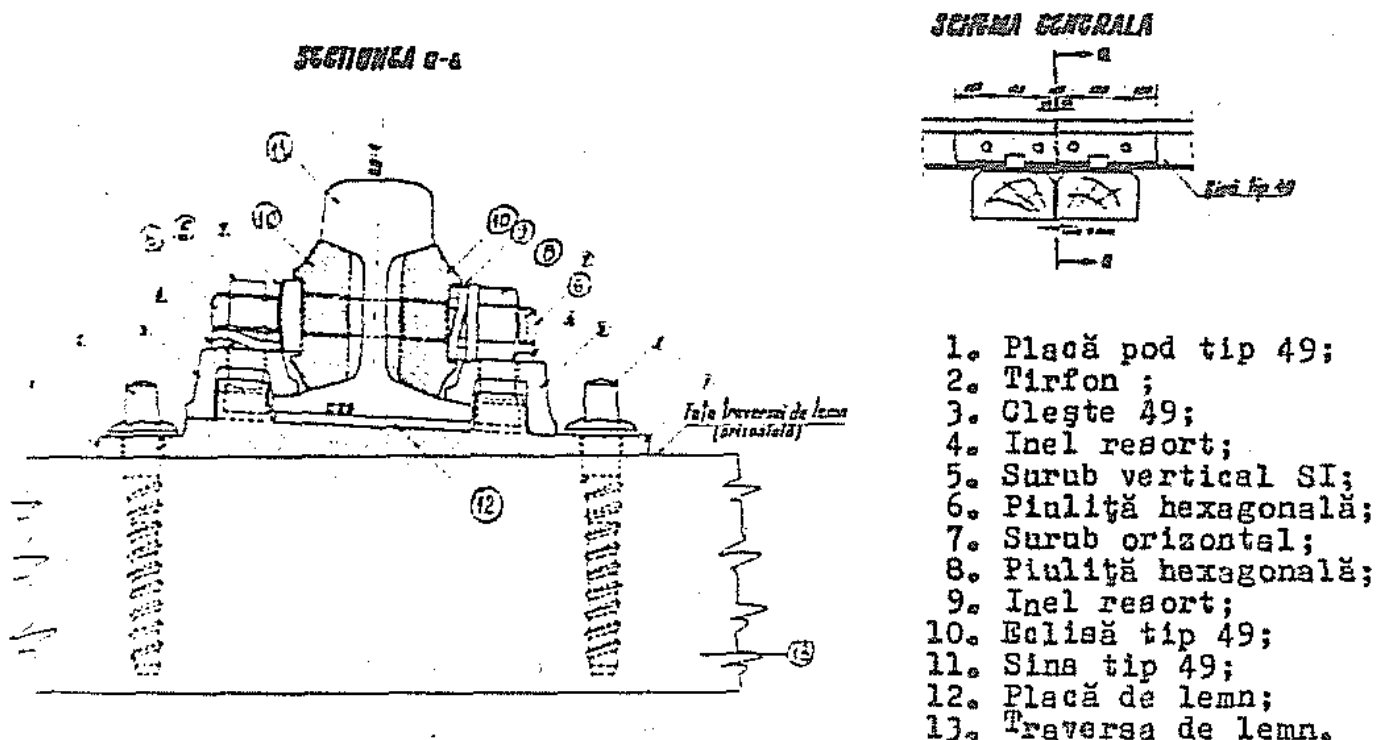
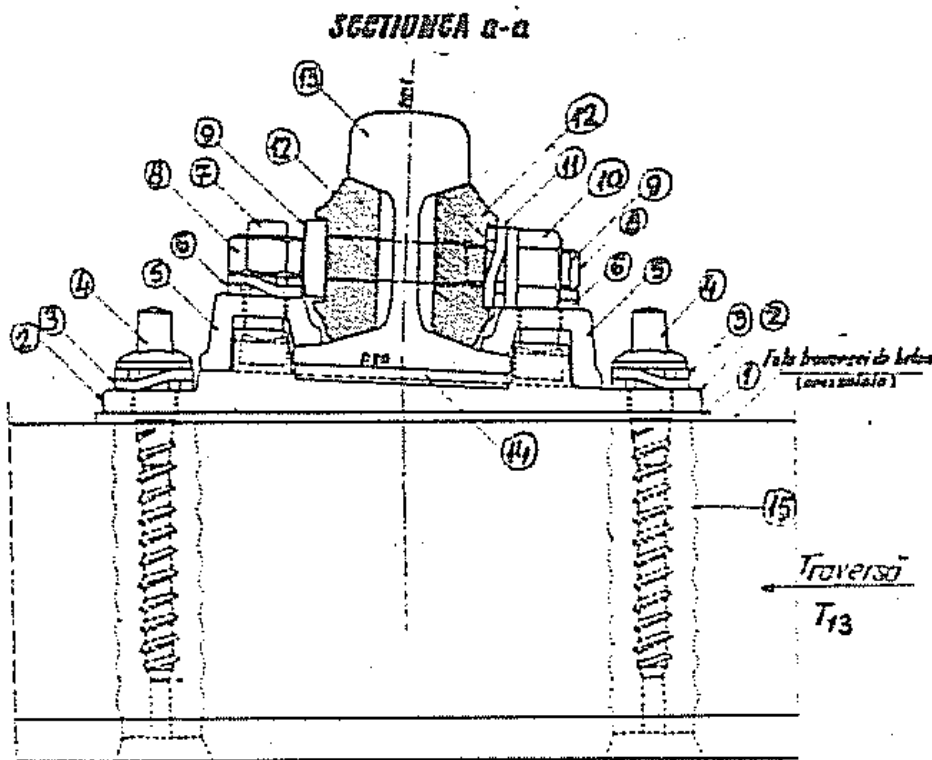
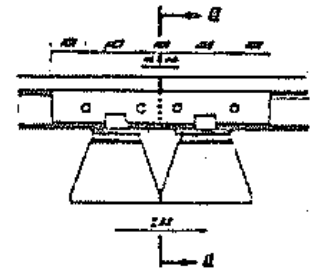


Fig.IV.31. Eclisarea șinelor tip 49 și prinderea
în dreptul joantei pe traverse de lemn



SCHEMA GENERALA



1. Placă de polietilenă;
2. Placă suport simplă;
3. Inel resort;
4. Tirfon;
5. Clește 49;
6. Inel resort;
7. Surub SI;
8. Piuliță hexagonală;
9. Surub orizontal;
10. Piuliță hexagonală;
12. Inel resort;
12. Eclisă 49;
13. Sină tip 49;
14. Plăcuță de cauciuc;
15. Diblu de lemn.

Fig.IV.32. Eclisarea șinelor tip 49 și prinderea în dreptul joantei pe traverse de beton

IV.9.4. Joantele șinelor tip 54-B pe traverse de lemn și beton sînt prezentate în fig.IV.33 și respectiv IV.34.

În ambele cazuri pentru fixarea șinei de traversă se folosesc plăci suport simple (tip 49).

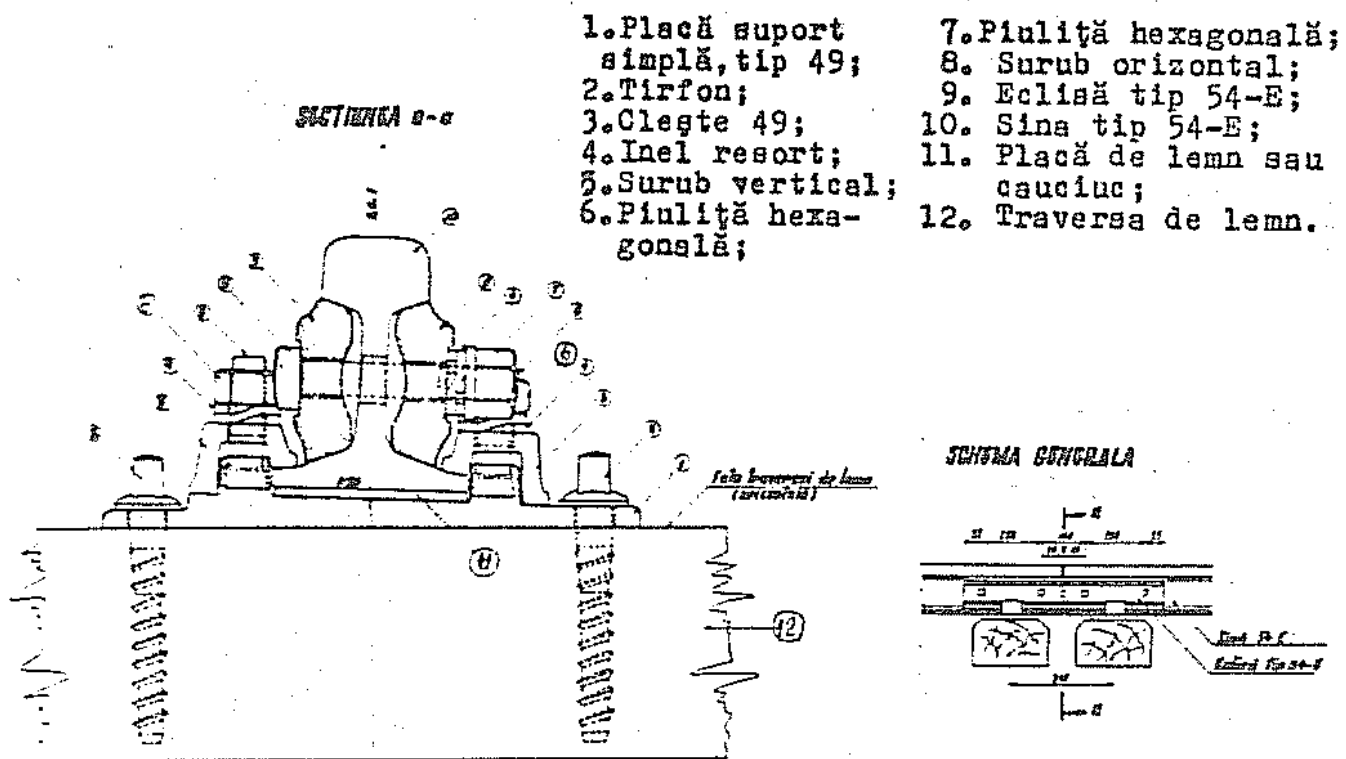


Fig. IV.33. Eclisarea sinelor tip 54-E și prinderea în dreptul joantei pe traverse de lemn

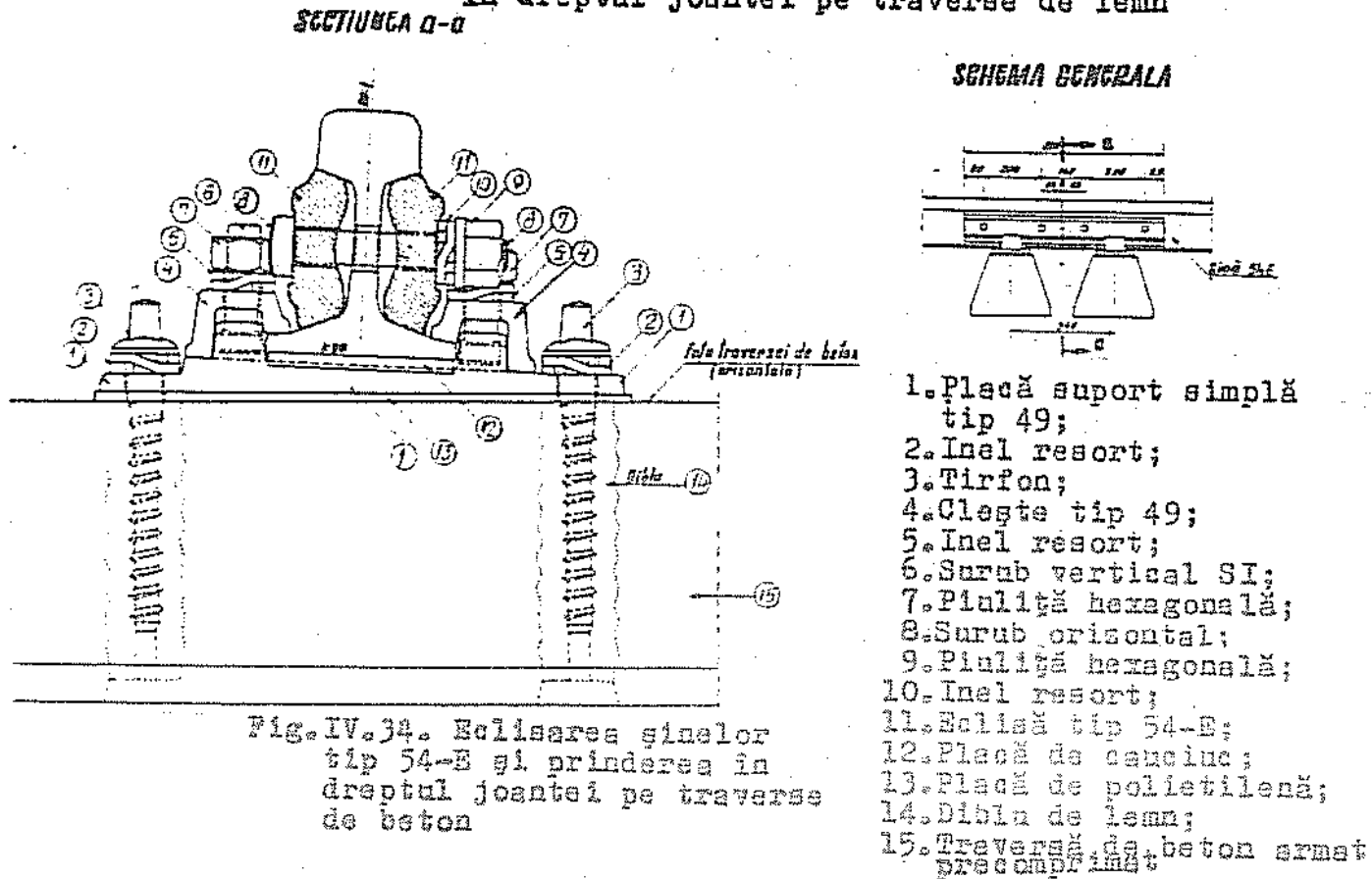


Fig. IV.34. Eclisarea sinelor tip 54-E și prinderea în dreptul joantei pe traverse de beton

Joantele șinelor tip 60-U.I.C. pe traverse de lemn și de beton au, în principiu, aceeași alcătuire ca în cazul șinelor tip 49; la traversele de lemn șinele se așază pe o placă pod iar la traversele de beton pe plăci suport simple independente pe fiecare traversă.

IV.10. Rezistența la eclisaj

Eclisele pentru șinele grele de cale ferată au formă de pană (reazemă pe umerii ciupercii și pe fețele superioare ale tălpii șinei) și asigură continuitatea suprafețelor de rulare și a fețelor laterale active, prin forța de întindere din șuruburile orizontale.

Forța axială de întindere din tija șurubului orizontal depinde de valoarea momentului de răsucire final la strângerea piuliței; momentul final are valori de 20-25 k $\cdot$ m.

Determinarea aproximativă a forței axiale de întindere (A) din tija șurubului orizontal, se face scriind ecuația de echivalență a lucrului mecanic produs de momentul de răsucire exterior și forțele interioare:

$$2\pi \cdot M_r = A \cdot f \cdot 2\pi \cdot \frac{D}{2} + A \cdot f \cdot 2\pi \cdot \frac{d}{2} + A \cdot p \quad (IV.1)$$

în care:

2π - unghiul pentru ultima rotire completă a piuliței (în radiani) ;

M_r - momentul final de răsucire, considerat, aproximativ, că este constant pe parcursul ultimei răsuciri complete;

$A \cdot f$ - forța de frecare dintre filetul șurubului și filetul piuliței, egală cu forța de frecare dintre piuliță și inelul resort;

D - diametrul mediu al suprafeței active de contact dintre piuliță și inelul resort;

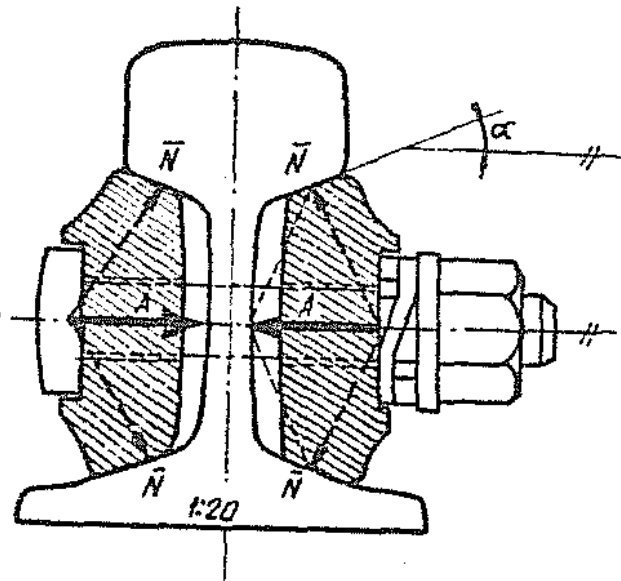
d - diametrul mediu al suprafeței active de contact dintre filetul șurubului și filetul piuliței ;

p - pasul filetului șurubului.

Se constată că pentru o anumită alcătuire constructivă a joantei, forța de întindere din șurubul orizontal depinde numai de valoarea momentului final de răsucire. Având în vedere acest fapt din relația (IV.1) se poate determina forța de întindere din tija șurubului orizontal.

Forța axială ($\bar{A}$) determină presarea ecliselor pe umerii ciupercii și pe fețele superioare ale tălpii șinei (apar secțiunile normale $\bar{N}$ pe aceste suprafețe așa cum se vede în fig. IV.35).

Fig. IV.35. Forța de întindere din șurubul orizontal și reacțiunile pe suprafețele de contact ale eclisei cu șa.



Prin descompunerea forței $\bar{A}$ pe cele două direcții normale la suprafețele de contact ale eclisei cu șa (fig. IV.35), rezultă expresia reacțiunii pe aceste suprafețe :

$$N = \sqrt{\left(\frac{A}{2}\right)^2 + \left(\frac{A}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}\right)^2} \quad (\text{IV.2})$$

Porțile normale pe suprafețele de contact dintre eclisă și șa ($\bar{N}$), determină forța totală de frecare ce se opune deplasării relative a capetelor de șa (R).

Această forță de frecare (fig. IV.36) - numită și rezistența de eclisaj - are valoarea :

$$R = n (4 N \cdot f) \quad (\text{IV.3})$$

în care :

- n - numărul de șuruburi la o jumătate de eclisă;
- f - coeficientul de frecare pe suprafețele de contact dintre eclisă și șa;
- N - forța de apăsare a eclisei pe suprafețele de contact corespunzătoare unui șurub orizontal.

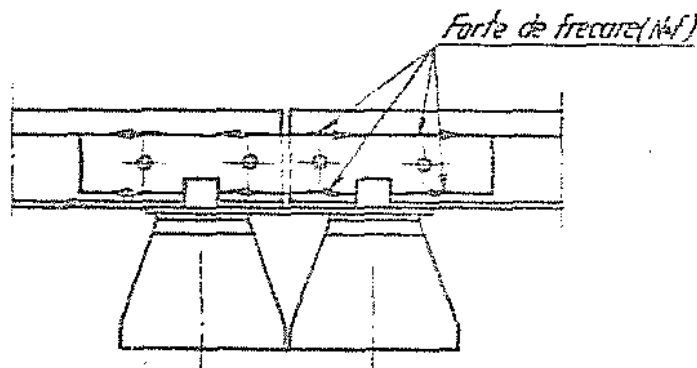


Fig. IV.36. Mobilizarea rezistenței de eclisaj

IV.11. Rostul maxim de montaj

Diametrele găurilor din inima șinei, diametrele găurilor din eclise și diametrele șuruburilor orizontale diferă între ele în funcție de tipul și lungimea șinelor. Între aceste diametre există următoarea relație :

$$d_s > d_e > d_b$$

în care:

d_s - diametrul găurilor din inima șinei;

d_e - diametrul găurilor din eclise;

d_b - diametrul șuruburilor orizontale.

Aceste diferențe permit realizarea rosturilor de montaj, de diferite valori, între capetele șinelor eclisate, în funcție de temperatura din șine în momentul fixării și eclisării lor, precum și în funcție de sistemul de prindere a șinei de traverse.

Pentru realizarea rostului maxim de montaj găurile din inima șinei și din eclisă trebuie să fie tangente la diametrul șurubului orizontal (fig.IV.37).

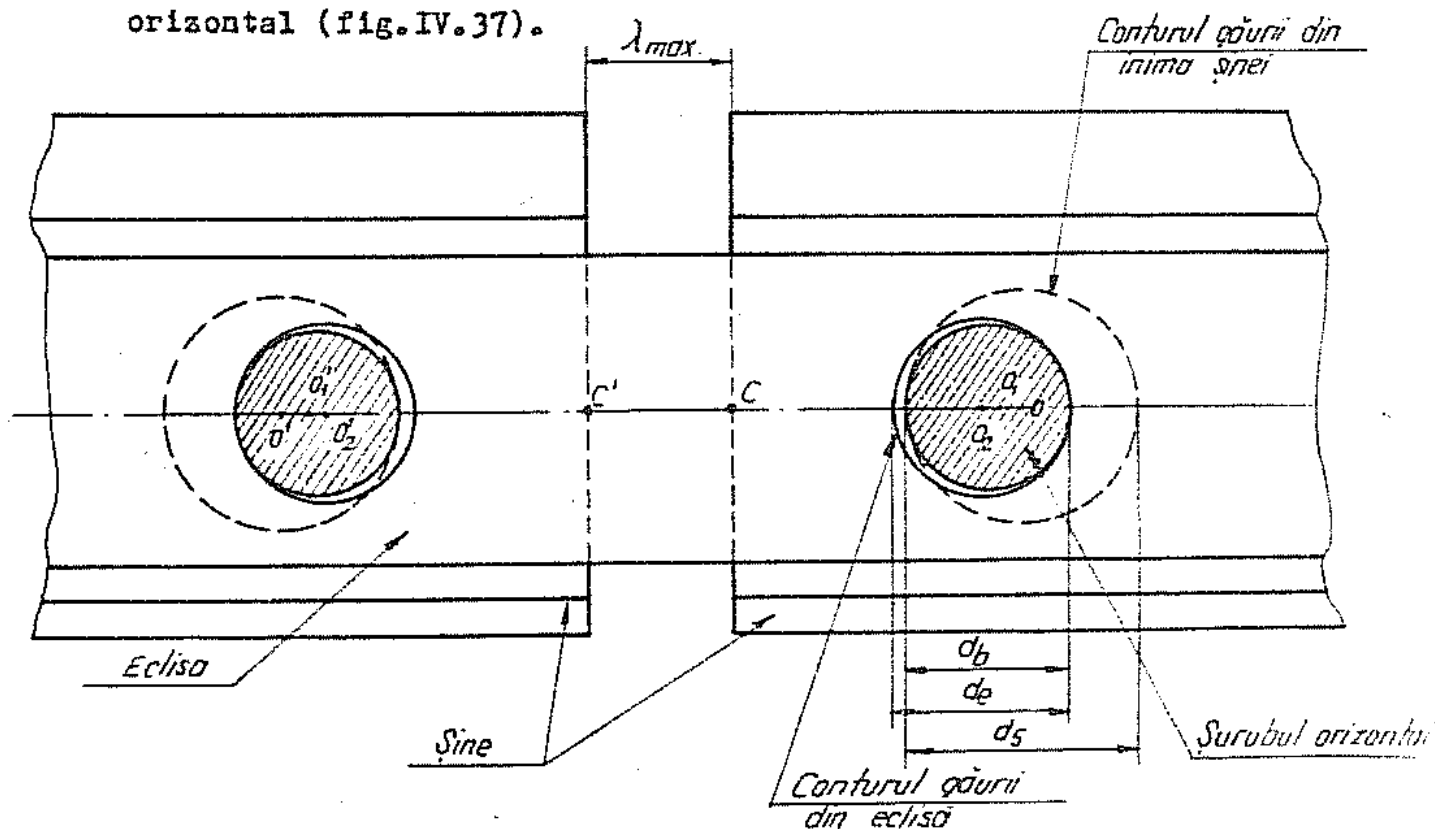


Fig.IV.37. Rostul maxim de montaj

Pentru calculul rostului maxim de montaj se aplică formula :

$$\lambda_{max} = \overline{O_2O_2'} + 2 \cdot \frac{d_e}{2} - 2 \cdot d_b + 2 \cdot \frac{d_s}{2} - (\overline{CO} + \overline{C'O'}) \quad (IV.3)$$

Pentru tipurile grele de șină, rostul maxim de montaj are valoarea de aproximativ 20 mm.

IV.12. Joante izolante

Pe liniile echipate cu bloc de linie și în stațiile centralizate, pentru separarea a două circuite de cale vecine, care delimitează distanța de bloc, respectiv pentru urmărirea parcursurilor trenurilor pe liniile din stații se folosesc joantele izolante. Joanta izolantă nu trebuie să permită trecerea curentului electric de la o șină la alta și în același timp ^{trebuie} să asigure rolurile funcționale ale joantei obișnuite.

Pentru asigurarea izolării electrice, între elementele din alcătuirea joantei și a prinderii șinei de traverse, se interpun elemente izolatoare, care în același timp să fie rezistente la compresune și uzură. În fig. IV.38 se prezintă modul de realizare a izolării electrice a șinelor față de eclise și șuruburi orizontale, în cazul joantei izolante pentru șinele tip 49 (joanta izolantă tip Bănuță); eclisele sunt îmbrăcate cu un material izolant, rezistent la compresune și cu coeficient de frecare mare, iar găurile din șină se măresc astfel încât să între șurubul orizontal și inelul izolator.

Pentru izolarea electrică a capetelor de șină (în situația când rosturile se închid), în rostul dintre ele se introduce o plăcuță izolatoare care are forma secțiunii transversale a șinei. Pentru a împiedica transmiterea curentului între cele două șine prin placa pod, între aceasta și talpa șinelor se introduce de asemenea o plăcuță izolatoare.

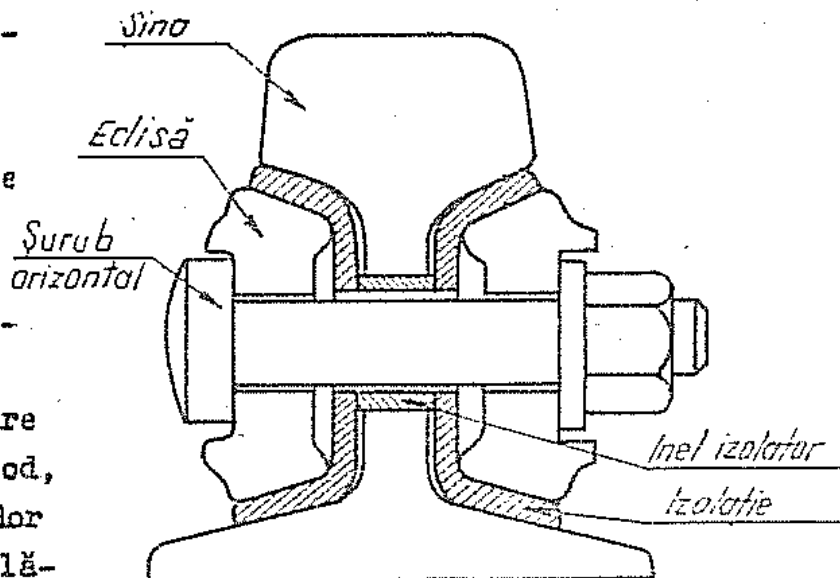


Fig. IV.38. Izolarea șinelor față de eclise și șuruburile orizontale la joanta izolantă tip Bănuță

La calea sudată joantele izolante și joantele obișnuite sunt supuse la forțe mari de tracțiune și compresune produse de variațiile de temperatură. În cazul căii sudate joantele izolante obișnuite se folosesc prevăzându-se însă câte un panou tampon de o parte și de alta, ceea ce determină introducerea a încă două joante obișnuite pe fiecare fir de șină; această măsură este necesară pentru reducerea forțelor axiale în dreptul joantei izolante

deoarece aceasta are o rezistență mecanică redusă. Pentru eliminarea dezavantajelor joantelor izolante, în cazul căii sudate, se folosesc joante izolante lipite cu rășini sintetice, care să poată prelua și forțe de întindere și compresii foarte mari. În fig.IV.39 este prezentată joanta izolantă lipită pentru șina tip 49.

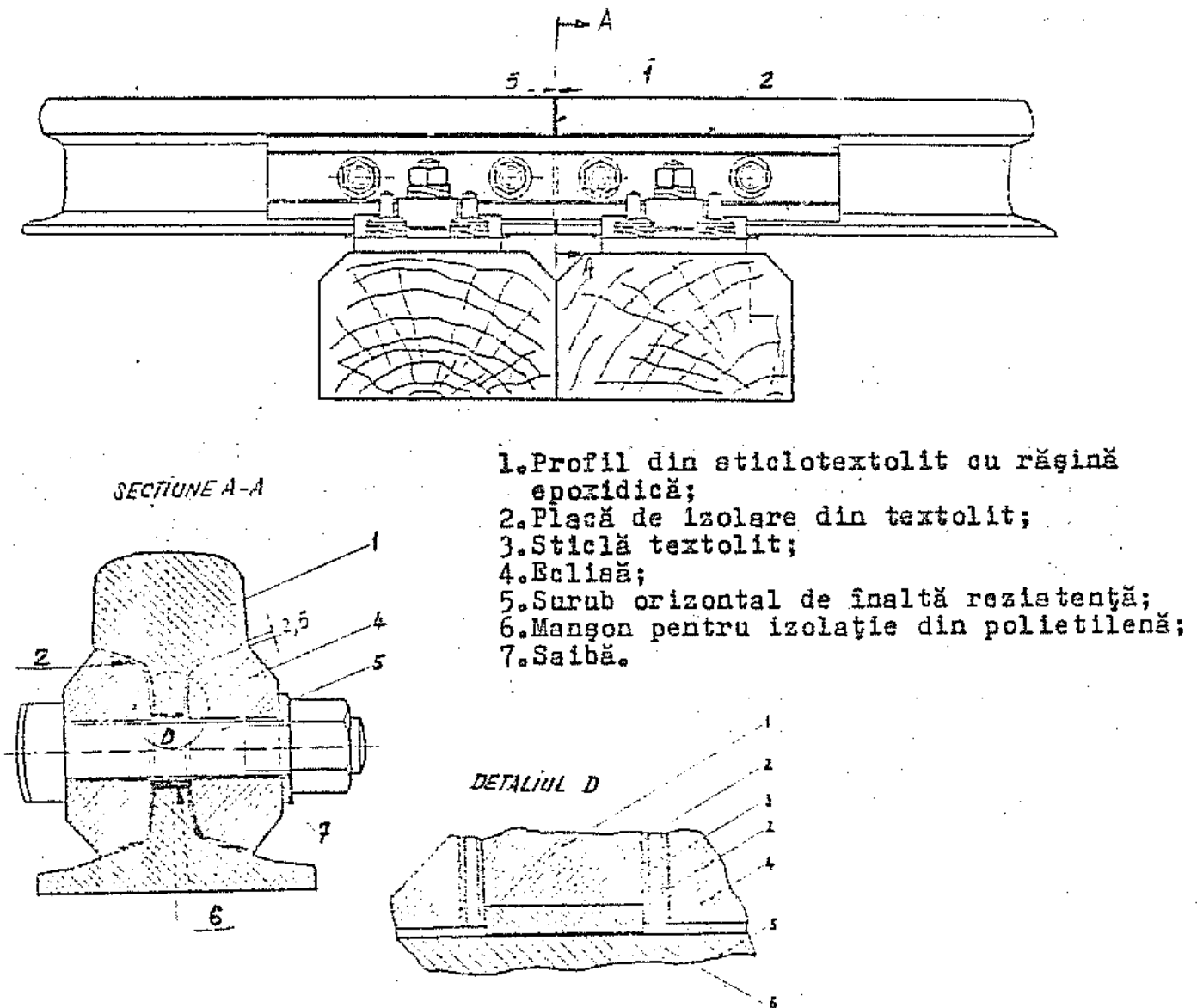


Fig.IV.39. Joanta izolantă lipită pentru șina tip 49

Capetele șinelor se lipesc între ele cu ajutorul unei rășini epoxidice (Dinox 040), aplicată pe un profil din sticlertextolit care asigură izolarea electrică. Pentru izolarea electrică a capetelor celor două șine se folosesc materiale izolatoare și cu rezistență mecanică mare. Suruburile orizontale de înaltă rezistență asigură o forță mare de apăsare a ecliselor pe inima șinei, pe umerii ciupercii și pe fața superioară a tălpii.

Această joantă poate prelua o forță de întindere de ~ 95 tf.

Capitolul V

PRISMA DE BALAST

V.1. Alcătuirea și rolul prismei de balast

Pentru realizarea prismei de balast (fig.V.1) se pot folosi următoarele materiale: piatră spartă, pietriș ciuruit, pietriș neciuruit, criblură, split, nisip sau zgură acidă metalurgică (conform STAS 3197/1-1971).

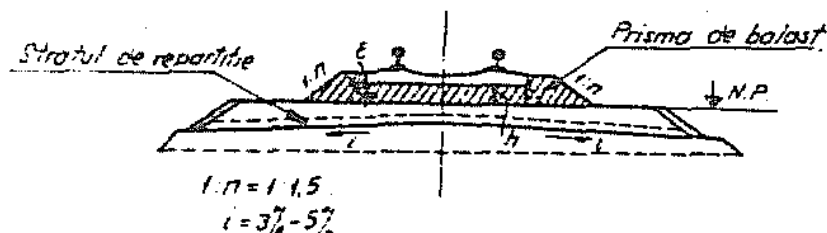


Fig. V. 1. Secțiune transversală prin prismă de balast

Din punct de vedere al ecertamentului liniei la care se folosesc, se pot întâlni prize de balast pentru cale ferată: normală (cu joante sau fără joante); largă; combinată (largă cu normală) și îngustă.

În funcție de felul liniei după destinație se deosebesc: prize de balast pentru linie curentă și prize de balast pentru linii din stații, triaje depouri sau ateliere.

În funcție de traseul liniei în plan, prizele de balast se realizează în mod diferit pe porțiunile de aliniament față de porțiunile situate în curbă.

Dimensiunile prizelor de balast mai depind de intensitatea traficului și de felul traverselor.

Materialul din alcătuirea prizei de balast (balastul), are următoarele roluri :

- de a prelua sarcinile de la traverse și de a le transmite la platforma căii pe o suprafață sporită;
- să asigure stabilitatea căii în spațiu;
- să asigure îndepărtarea (drenarea) apelor din precipitații, de la elementele suprastructurii căii;
- de a participa la amortizarea șocurilor transmise de roțile vehiculelor.

Rolul materialului din alcătuirea prizei de balast de a

transmite sarcinile de la talpa traversei la nivelul platformei căii, pe o suprafață sporită și deci de a reduce intensitatea eforturilor unitare verticale ce apar la nivelul platformei căii, este prezentat în cele ce urmează :

Dacă materialul din alcătuirea prismei de balast se consideră că este format din sfere egale, așezate în starea cea mai îndesată (fig.V.2), forța ΔP preluată de o sferă de sub talpa traversei este repartizată la alte trei sfere situate în stratul inferior, direcțiile de transmitere fiind înclinate cu unghiul $\epsilon = 30^\circ$ în raport cu verticala. Datorită acestei repartizări, suprafața pe care se transmite încărcarea la nivelul platformei căii este mai mare decât suprafața tălpii traversei.

Repartizarea încărcării sub unghiul de 30° în raport cu verticala, se produce atât în sens transversal căii cât și în sens longitudinal (fig.V.3).

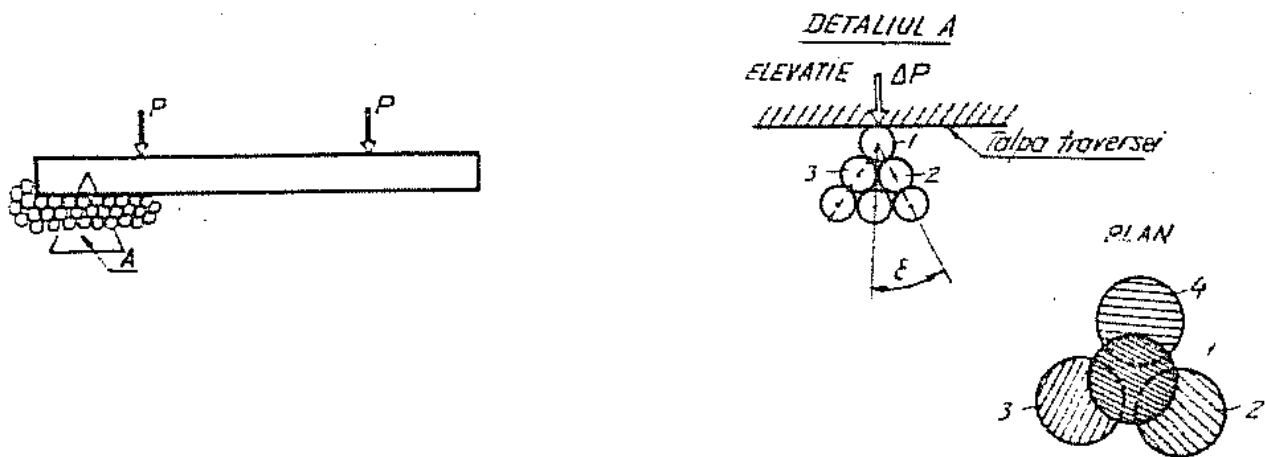


Fig. V. 2. Transmiterea încărcărilor de la talpa traversei la granulele sferice ale materialului din stratul de balast

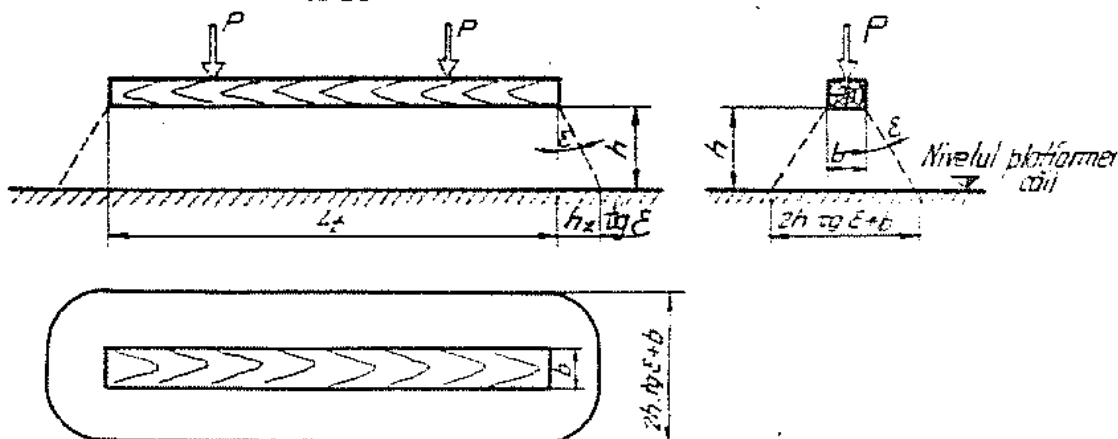


Fig. V. 3. Repartizarea presiunii verticale la nivelul platformei căii

Din figură se constată că suprafața de repartizare a încălzirilor verticale la nivelul platformei căii este cu atât mai mare cu cât grosimea "h" a stratului de balast este mai mare.

Dacă se trece de la situația ideală considerată anterior (cu bucăți de piatră de formă sferică egale între ele), la materialele reale, unghiul de repartizare " ϵ " va diferi de 30° . Din măsurătorile efectuate s-a constatat că unghiul de repartizare " ϵ " este cuprins între 30° și 60° ; unghiul de 60° apare la materialele de formă cubică. Rezultă că un material de balastare este cu atât mai bun cu cât unghiul de repartizare " ϵ " este mai mare.

Referitor la forma și dimensiunile prismei de balast (fig.V.1) mai pot fi precisate următoarele :

- Grosimea "h" a stratului de balast ^{trebuie} astfel aleasă încât presiunea care se dezvoltă la contactul cu pământul din corpul terasamentului să nu depășească presiunea admisibilă. Pentru a se asigura o elasticitate cât mai mare a căii este necesar ca grosimea stratului de balast să fie de asemenea cât mai mare (așa se explică și faptul că în cazul folosirii traverselor de beton, care sînt mai rigide, se prevede o grosime "h" mai mare decît pentru traversale de lemn);

Stratul de repartiție de sub prisma de balast are rolul de a împiedica pătrunderea bucăților de piatră din prisma de balast în corpul terasamentelor, aliniind realizînd uniformizarea presiunilor pe fața superioară a terasamentelor.

- Se introduce material de balastare și în afara zonei de repartiție a presiunilor pentru a crea o fretare a acestei zone.

Această fretare este și mai necesară în cazul traverselor de beton precomprimat deoarece presiunile maxime apar la capetele traversei.

- Este necesar a se așeza material de balastare atât între traverses cât și la capetele lor pentru a asigura rezistența căii la deplasarea transversală și longitudinală.

V.2. Modul cum se comportă în timp materialul din prisma de balast

Suprastructura căii ferate este expusă direct condițiilor de mediu (vînt, ploi, variații de temperatură etc) și se efectuează asupra ei o serie de lucrări de întreținere. Totodată suprastructura este supusă acțiunilor dinamice ale convoaielor.

Ca parametru cantitativ de apreciere a acțiunii dinamice a

convoadelor se poate considera traficul exprimat în tone brute ce trec în timpul unui an pe porțiunea respectivă de linie.

Modul cum se comportă în timp materialul din aleătura prismei de balast interesează foarte mult și datorită faptului că pentru balastarea liniilor se folosesc cantități extrem de mari de astfel de materiale.

Condițiile de mediu acționează asupra materialului din prisma de balast în felul următor :

- Vântul, care transportă uneori particule fine de material solid, poate să producă acumularea acestora în prisma de balast. Cantitatea de astfel de particule este în funcție în primul rând de timpul scurs de la executarea liniei, sau de la ultima operațiune de curățire a balastului. Acumularea particulelor fine în prisma de balast poate crea condiții prielnice pentru creșterea vegetației, care prin putrezire impurifică și mai mult prisma de balast.

- Variațiile de temperatură pot provoca - atunci când roca din care este alcătuit materialul din prisma de balast este gelivă - sfărâmarea bucăților de piatră în particule fine, care la fel ca și în cazul prafului adus de vânt impurifică prisma de balast. Apa poate produce legarea materialului din prisma de balast, fapt care favorizează creșterea vegetației, reduce elasticitatea prismei și conduce la putrezirea prematură a traverselor de lemn.

Sub acțiunea încălzărilor provenite de la convoi, în punctele de contact dintre bucățile de piatră ce produc sfărâmări, uzuri, rezultând material cu dimensiuni mici. Cantitatea de astfel de material fin rezultat depinde de numărul de tone brute care au trecut pe secțiunea respectivă de cale.

Cu ocazia lucrărilor de întreținere a suprastructurii (în special cu ocazia operațiilor de burare), se acumulează de asemenea material fin, datorită acțiunii de lovire a bucăților de piatră cu ciocanele de burat și a uzurilor care se produc prin deplasarea bucăților de piatră unele în raport cu altele sub acțiunea vibrațiilor. Cantitatea de material fin care se acumulează în urma lucrărilor de întreținere depinde de volumul acestor lucrări, care la rândul lor sunt funcție de ^{numărul de} tone brute ce trec pe secțiunea respectivă de cale. Prin mecanizarea lucrărilor de burare (îndesare) a balastului sub talpa traverselor, mășinarea materialului din prisma de balast se reduce.

Impurificarea prismei de balast se datorește și prafului căzut din vagoanele care au transportat materiale pulverulente, datorită

vibrațiilor legate de circulație.

Materialul fin - se impurifică. prisma de balast - sub acțiunea apei, poate produce cimentarea materialului din prisma de balast și ca urmare, reducerea proprietăților de elasticitate a materialului de sub talpa traverselor, a proprietăților de drenare și a rezistenței la forfecare.

Sub acțiunea încărcărilor dinamice provocate de circulația vehiculelor, materialul din prisma de balast suferă deformații elastice și remanente.

Deformația elastică a stratului de balast are loc pe seama scurtării elastice a distanțelor dintre centrele bucăților de piatră. Între bucățile de piatră apar forțe de legătură (fig.V.4) datorită cărora distanțele AB, AC și cele similare lor, suferă scurtări elastice.

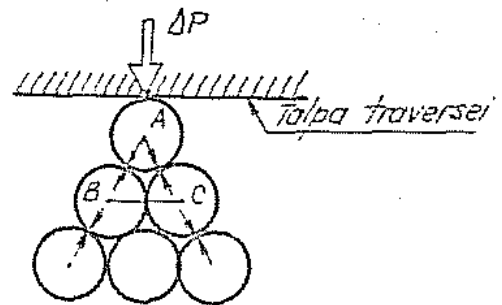


Fig.V.4. Forțele de legătură dintre particole și scurtările elastice

Aceste scurtări elastice dispar atunci când dispare și încărcarea ΔP . Forțele de legătură, ce apar în punctele de contact dintre particole, vor fi cu atât mai mari cu cât granulele de material sînt mai mari, deoarece aceeași forță totală care se transmite de la traversă se repartizează în acest caz la mai puține granule de acest fel. Rezultă că elasticitatea stratului de balastare va fi cu atât mai mare cu cât bucățile de piatră sînt mai mari. Pentru formele care le poate avea materialul real se intră în alcătuirea prismei de balast - diferite de forma sferică - tasarea elastică poate apare și datorită încovoierii bucăților de piatră; în această situație este granula I din fig.V.5. Dacă bucata de piatră este prea alungită, prin încovoiere se poate produce ruperea ei; din această cauză nu se admit bucăți de piatră la care raportul dintre dimensiunea maximă și minimă este mai mare decât 3.

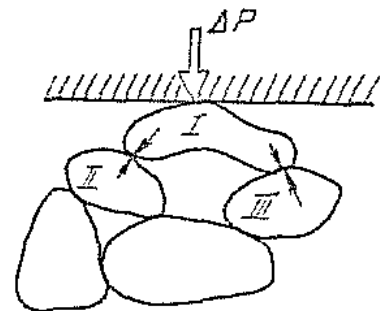


Fig.V.5. Încovoierea bucăților de piatră

Deformațiile remanente sînt rezultatul deplasărilor relative dintre particolele de material cînd se trece de la o stare de echilibru la alta.

Bucățile de piatră nu pot fi oricît de mari deoarece pot să conducă la rezemarea necorespunătoare a traverselor; patul de cara

se aşază traversele nu mai poate fi realizat cu uşurinţă. Datorită acestui fapt STAS 3197/1-71 nu admite buşăţi de piatră mai mari de 70 mm.

De asemenea este limitată şi cantitatea de particule cu dimensiuni mici, deoarece acestea au acelaşi efect ca şi impurităţile care se acumulează în prismă de balast şi mai mult, prezenţa lor grăbeşte procesul de acumulare.

Dacă la contactul dintre particulele de piatră nu s-ar produce nici un fel de uzuri, striviri şi nu s-ar acumula impurităţi etc., stratul de balast ar avea numai deformări elastice; tasarea care s-ar produce sub sarcină ar dispărea odată cu dispariţia sarcinii. Acest mod de lucru nu are loc în realitate în cale.

Schema principală a modului cum lucrează în timp stratul de balast, pentru o secţiune transversală oarecare prin cale, este arătată în fig.V.6. Pe ordonată sînt reprezentate tasările remanente ale căii, măsurate la calea neînăărestă de convoi, iar în abscisă este reprezentat timpul.

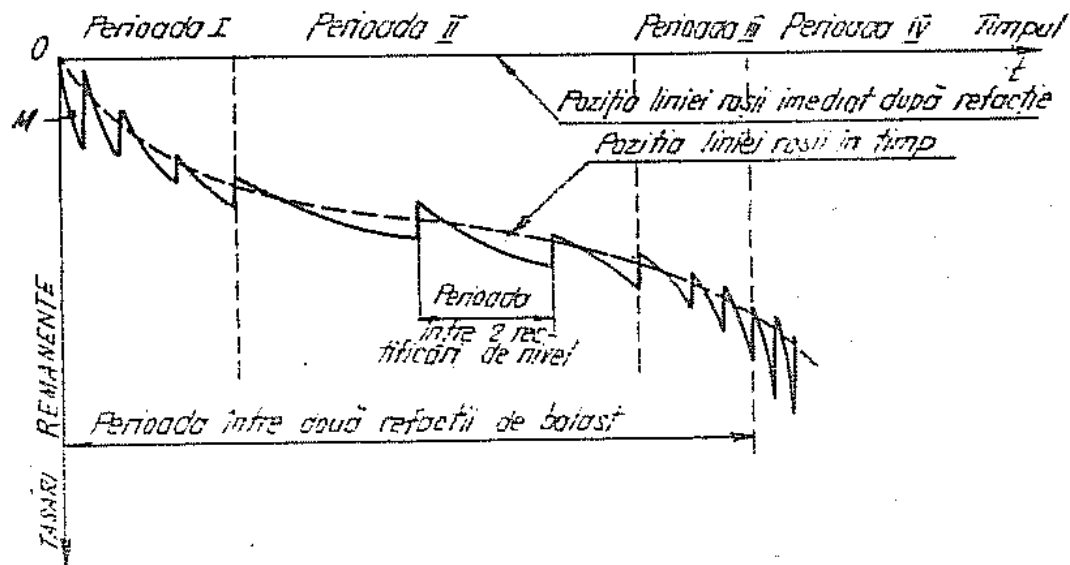


Fig.V.6. Schema principală de lucru în timp a stratului de balast

Linia Ot corespunde nivelei inițiale (de construcție) care se realizează la construcția sau la refacția liniei.

În prima perioadă (I), după aşazarea traversii pe patul de balast, sub acțiunea convoiului, în special cînd patul nu a fost bine compactat, se produce o acumulare pronunțată de tasări remanente pe direcția verticală, deplasările relative dintre particule fiind mult favorizate de vibrații. Odată cu trecerea timpului aceste tasări

remnante tind să se stabilizeze.

Urmază apoi perioada a doua (II) în care se poate considera că acumularea tasărilor remanente este mult mai redusă în comparație cu perioada I-a, drept, urmare, rectificările de nivel sînt necesare la intervale mai mari de timp. Aceasta este cea mai lungă perioadă de lucru a stratului de balast.

În perioada a III-a, datorită impurităților care s-au acumulat în prisma de balast și deci a înrăutățirii calităților stratului de balast, acumularea deformațiilor remanente începe să fie de nou intensă; atunci cînd volumul lucrărilor de întreținere necesare pentru rectificarea nivelului liniei devine de 2-3 ori mai mare decît volumul lucrărilor similare din perioada a II-a, este necesară curățirea materialului din prisma de balast (ciuruirea și completarea lui). În perioada a IV-a, care ar urma cînd lucrările de ciuruire nu ar fi făcute la timp, deformațiile remanente cresc substanțial și conduc la sporirea cheltuielilor de întreținere necesare menținerii căii în condiții de siguranță.

Adîncimea pe care se impurifică prisma de balast este de 10-15 cm și ca urmare în cazul reparației radicale ciuruirea balastului este prevăzută să se realizeze tocmai pe această înălțime.

La CFR, în funcție de tipul de suprastructură, natura materialului de balastare și trafic, perioada între două ciuruirii ale balastului, variază între 13 - 21 ani.

Salturile reprezentate în figură indică intervențiile făcute la cale pentru rectificarea nivelului. În momentul cînd tasarea remanentă din punctul M depășește valoarea admisă se face rectificarea nivelului căii (ridicarea liniei prin burare). Este de observat că rectificarea nivelului (repararea neregularităților apărute în cale la nivelul în lung) nu se face prin aducerea niveletei de exploatare la cea de construcție ci se face în așa fel încît panta de racordare a lășăturilor în lungul liniei să fie în cadrul toleranțelor.

Deci niveleta inițială (de construcție) nu se menține în timp; în decursul exploatării liniei se va forma o nouă niveletă care poate fi denumită niveletă de exploatare.

Din schema de lucru în timp, rezultă că starea prismei de balast variază în permanență, de fiecare dată avînd de-a face cu alt material și nu se poate spune că patul căii tînde spre o stare în care procesul acumulării deformațiilor remanente încetează; în sprijinul acestei afirmații sînt lucrările de cale executate la diverse

intervale de timp pentru o linie în exploatare.

Unei prisme de balast care lucrează în bune condițiuni i se cere se cere ca deformările care se produc în diferite secțiuni transversale din cale să fie sau numai elastice, sau cu acumulări de deformări remanente egale între ele; aceste acumulări este de dorit să fie cât mai mici. Dacă deformările remanente nu sînt egale între ele, atunci schimbarea nivelei are loc pe distanțe foarte scurte și sînt depășite pantele admise pentru racordarea neregularităților.

V.3. Materiale folosite la alestuirea prismelor de balast

Piatra spartă reprezintă cel mai bun material pentru balastarea liniei. Piatra spartă se obține din: roci eruptive (andezite, dacite, granite, basalte, diorite); roci sedimentare (gresii și calcare); roci metamorfice (gnaisuri și cuarțite). Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească piatra spartă sînt prezentate în STAS 2246-71.

Piatra spartă este un material necoeziv. Din punct de vedere al rolului pe care trebuie să îl aibă piatra spartă, trebuie ca unghiul de frecare să fie cât mai mare, de el depinzînd rezistența căii la deplasarea în lung și laterală. Rezistența la forfecare se realizează prin frecarea care există între granule în punctele de contact, iar în cazul limită de rupere prin intervenția încleștării dintre particole. Pentru a obține rezistența la forfecare mare, granulometria pietrei sparte din prisma de balast trebuie să fie continuă și cu dimensiuni cuprinse între 25-60 mm. Existența părților fine și și prezența apei conduce la reducerea frecării dintre particole. Pentru a nu apare asemenea efecte se limitează proporția de material fin cu dimensiuni sub 25 mm la 7%, iar particolele sub 5 mm să nu întrecă 1,5%. STAS 2246-70 indică și alte calități pe care trebuie să le aibă roca din care se fabrică piatra spartă pentru a evita acumularea pronunțată, în timp, a părților fine (rezistența la compresiune, la gelivitate etc). Rezistența la forfecare este influențată de forma suprafețelor granulelor. În cazul forme rotunjite a granulelor, rezistența la forfecare este mai redusă decît în cazul granulelor cu forme colțuroase, cum este cazul pietrei sparte. Trebuie avută o deosebită grijă la depozitarea pietrei sparte care se cere să fie așezată în locuri ce nu sînt expuse impurificărilor.

Criblura și splitul, se folosesc pentru rectificarea nivelului căii prin metoda suflajului. Dimensiunile granulelor trebuie să aibă anumite valori, iar rapoartele dintre dimensiunile minime (b), mijlocii (c) și maxime (a) să se încadreze în anumite limite :

$$\text{— pentru criblură, } \frac{b}{a} \geq 0,66 \text{ și } \frac{c}{a} \geq 0,33 ;$$

$$\text{— pentru split, } \frac{b}{a} \geq 0,50 \text{ și } \frac{c}{a} \geq 0,25 .$$

Nivelul în lung al căii se rectifică de regulă prin buraj sau suflaj. În cazul burajului materialul din prisma de balast se îndesă sub talpa traverselor cu ajutorul ciocanului de burat, deranjându-se patul format sub circulație la nivelul tălpii traversei. Pentru a păstra acest pat, rectificarea nivelului se face prin metoda suflajului, care constă în :

- desgolirea traverselor de balast;
- ridicarea săii cu vinciarile;
- împrăștierea de criblură sau split sub talpa traversei într-un strat de grosime calculată; lăsarea traversei pe acest strat;
- învelirea din nou a traversei cu piatră spartă.

În afara acestor materiale prezentate, pentru alcătuirea prismei de balast mai pot fi folosite:

- pietrișul ciuruit,
- pietrișul neciuruit și,
- zgura acidă metalurgică cu granulație 25 - 70 mm

V.4. Utilizarea materialelor la alcătuirea prismelor de balast

Utilizarea materialelor la alcătuirea prismelor de balast este reglementată de STAS 3197/1-1971.

Balastarea liniilor noi poate fi provizorie sau definitivă.

Balastarea provizorie se prevede atunci când terasamentele vor mai suferi tasări și după darea liniei în exploatare (ramblee înalte așezate pe teren de bază în interiorul căruia procesul de consolidare sub încărcarea dată de rambleu nu s-a încheiat în momentul dării liniei în exploatare; terasamente care nu au fost compactate conform gradului de compactare prescris etc).

Utilizarea materialului în alcătuirea prismei de balast se corelează cu condițiile de solicitare a liniei respective, cu viteza de circulație (la viteze mari solicitările care apar sînt mai mari), cu traficul, cu situația liniei în plan (aliniament sau curbă), cu declivitatea liniei, cu felul liniei (clasică sau sudată) etc.

Piatra spartă se folosește la balastarea definitivă pe liniile curente și directe din stații în cazul cînd traficul este

mai mare de 2 milioane tone brute/an și la viteze mai mari de 40 km/h. Indiferent de valoarea traficului și a vitezei piatra spartă se folosește:

- la balastarea aparatelor de cale;
- la balastarea sonelor situate în curbe cu $R < 300\text{ m}$;
- pe porțiunile de traseu cu declivități $> 10\text{‰}$;
- pe liniile electrificate;
- pe liniile echipate cu circuite de cale;
- la realizarea săii sudate;
- pe liniile cu traverse de beton.

Pietrișul ciuruit se folosește la balastarea definitivă în cazul liniilor cu trafic mai mic de 2 milioane tone brute/an și pentru viteze mai mici de 60 km/h. Poate fi folosit la balastarea provizorie.

Pietrișul neciuruit se folosește la balastarea provizorie și la umplerea spațiului dintre linii în stații.

Se poate folosi la balastarea definitivă a liniilor normale industriale pe care ^{se} circulează cu viteze mai mici de 40 km/h, precum și a liniilor înguste din afara rețelei CFR.

Griblura și splitul, se folosesc în cadrul lucrărilor de întreținere când se aplică metode suflajului, pentru rectificarea nivelului în lung.

Nisipul cu granulație 0,10 - 7 mm și zgura acidă metalurgică cu granulație 25 - 70 mm se folosesc numai la balastarea provizorie și definitivă (zgura) a liniilor normale industriale și înguste.

Capitolul VI

C A L E A I N A L I N I A M E N T

Realizarea suprastructurii căii în aliniament presupune cunoașterea unor probleme noi referitoare la profilul transversal prin cale, la alcătuirea cadrului șine-traverse în plan și în profil în lung. Rezolvarea acestora depinde de modul cum lucrează fiecare element al căii, în parte, și de modul cum lucrează calea în ansamblu.

VI.1. Alcătuirea profilului transversal prin cale

Profilul transversal prin cale este reprezentat în fig.VI.1; realizarea corectă a acestuia presupune cunoașterea problemelor legate de: înclinarea șinelor, lărgimea căii, nivelul relativ între cele două fire de șină și dimensiunile prismei de balast.

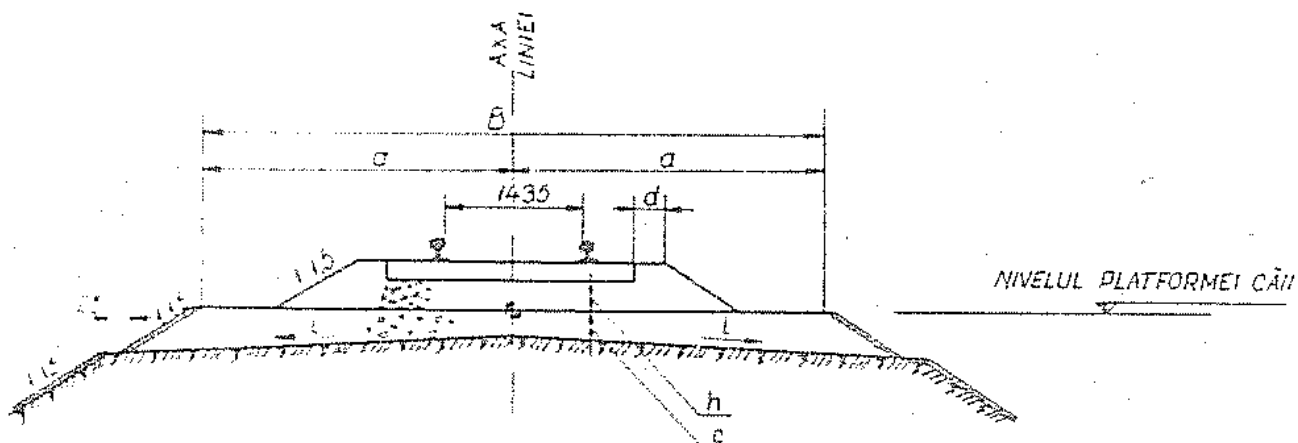


Fig. VI. 1. Profil transversal prin cale

VI.1.1. Inclinarea șinelor. Șinele se montează spre axa căii.

Inclinarea șinelor este de 1:20, sau 1:40; la CFR, este de 1:20.

Execuția bandajelor cu suprafața de rulare având înclinarea de 1:20 și montarea șinelor cu aceeași înclinare, spre interiorul căii, se face cu scopul de a fi amortizate eventualele mișcări de șerpuire ale vehiculelor, respectiv vehiculul al cărui centru de greutate nu corespunde cu axa căii, este readus în poziția corectă.

În explicarea acestui fenomen se pornește pe de o parte, de la faptul că roțile sînt fixate prin presare pe osie (ambele roți execută întotdeauna același număr de rotații) și, pe de altă parte, de la faptul că suprafața de rulare a bandajelor fiind tronconică, în momentul în care osia se deplasează spre una din șine, cercurile de rulare de pe cele două roți au diametre diferite.

Poziția cea mai stabilă a vehiculului este cînd buzele bandajelor

de la cele două roți sînt egal depărtate de fețele active ale șinelor (fig.VI.2).

Cînd osia se deplasează spre șina din dreapta (fig.VI.3), roții din dreapta îi corespunde cercul de rulare cu diametrul d_d , iar roții din stînga cercul de rulare cu diametrul d_s ; bandașele fiind tronconice și nu cilindrice, diametrul d_d este mai mare ca d_s .

Decarece în aliniament distanța parcursă de ambele roți în lungul axei căii este aceeași, iar diametrele cercurilor de rulare sînt diferite, la contactul dintre bandașe și șine apar forțe de frecare de alunecare.

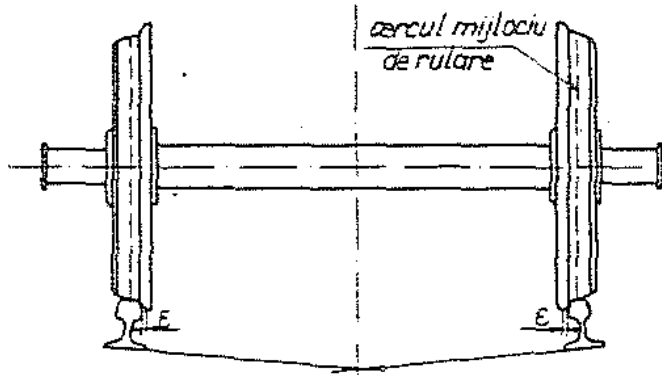


Fig.VI.2. Poziția simetrică a osiei montate în raport cu axa căii

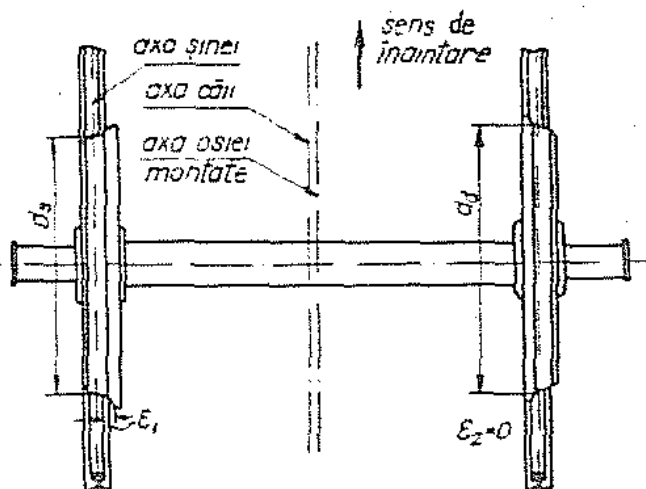


Fig.VI.3. Poziția deplasată a osiei montate în raport cu axa căii

Considerate ca acțiuni asupra roților, la roata din dreapta forța de frecare este în sensul mișcării, iar la roata din stînga, sensul invers mișcării (fig.VI.4). Apare deci un cuplu de forțe care tinde să readucă vehiculul în axa căii. Datorită formei tronconice, bandașul nu poate avea usuri concave, periculoase în exploatare.

VI.1.2. Lărgimea căii

În aliniament, lărgimea căii este egală cu esartamentul.

Valoarea nominală a lărgimii normale a căii este 1435 mm. La construcție, așa în exploatare, pot fi constatate.

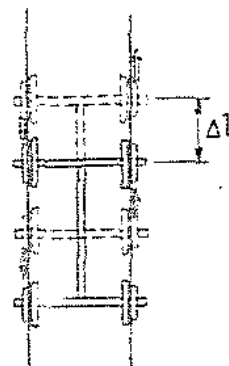


Fig.VI.4. Cuplul forțelor de frecare

abatere de la această valoare nominală. Abateres maximă admisă este numită toleranță. Toleranțele admise sînt, între altele, legate de importanța lucrărilor executate. Se întîlnesc toleranțe la construcția liniei, în cadrul întreținerii curente și în cadrul celorlalte lucrări efectuate la linie. La construcția căii în aliniament pentru lărgimea căii se admite toleranțe de +3, -1 mm, iar în cadrul întreținerii curente, toleranțe de +10, -3 mm.

În aliniament, vehiculele nu circulă în linie dreaptă. Din cauza imperfecțiunilor căii și convoiului se produce o mișcare de șerpuire. Cu cît jocul dintre buzele bandajelor și șine este mai mare, cu atît amplitudinea acestor mișcări este mai mare și, ca urmare, forțele orizontale transversale care apar în cazul șerpuirii vehiculelor, sînt mai mari. În RSR jocul normal este $\delta_{normal} = 15 \text{ mm}$; în RFG are valoarea de 10 mm.

Măsurătorile de eforturi unitare, efectuate pe porțiuni de linie cu jocuri (δ) reduse, au arătat că mersul vehiculelor este mai liniștit și că eforturile care apar în șine sînt mai mici. De aceea există tendința ca, odată cu trecerea la viteze mari, să se reducă jocul dintre buzele bandajelor și șine prin reducerea lărgimii căii în aliniament de la 1435 mm la 1432 mm.

Abaterile existente în ceea ce privește lărgimea căii trebuie să se racordeze, în lungul liniei, cu un gradient de 1 mm pe metru.

VI.1.3. Nivelul relativ între cele două fire de șină

În aliniament, cele două fire de șină se montează la același nivel. Se asigură astfel încărcarea lor egală.

Ca și în cazul lărgimii căii, există toleranțe în funcție de felul denivelărilor și de viteza de circulație.

În unele țări, pentru a reduce mișcarea de șerpuire a vehiculelor, se admite ca, în aliniamentele lungi, cele două fire de șină să se monteze denivelat cu 4 mm.

VI.1.4. Elementele geometrice ale prismei de balast

Traversele de cale ferată sînt înglobate în balastul așezat pe platforma căii sub formă unei prisme. Acesta are menirea să repartizeze presiunile traverselor în mod cît mai uniform pe platforma căii, să asigure traversele, și prin aceasta căii, o rezistență suficientă contra deplasărilor transversale și longitudinale și, printr-o permeabilitate bună, să mențină calea în stare uscată.

Deplasările laterale a cadrului șine - traverse este împiedic-

cată de balastul de la capetele traverselor, de frecările ce se produc între fețele laterale ale traverselor și de balastul dintre traverse și de frecarea ce apare între talpa traversei și patul de balast.

Dimensiunile prismei de balast sînt prezentate în fig. IV.1.

Ca elemente geometrice mai importante ale prismei de balast sînt următoarele :

Lățimea prismei de balast (L), care reprezintă distanța dintre muchiile superioare ale prismei de balast. Această lățime este determinată de lungimea traversei și de mărimea umărului de balast.

Umărul de balast (a), reprezintă distanța dintre capătul traversei și muchia superioară a prismei de balast. Mărimea umărului de balast trebuie să fie suficientă, astfel încît să cuprindă planul de rupere care se formează la capătul traversei cînd se produc deplasări laterale ale cadrului șine-traverse. În cazul traverselor de lemn lățimea umărului de balast este cuprinsă între 0,25 și 0,30 m, iar în cazul traverselor de beton, între 0,20 și 0,35 m.

Grosimea stratului de balast (h) reprezintă distanța dintre talpa traversei și platforma căii. Valoarea, este cuprinsă între 0,20 m la calea cu traverse de lemn și 0,30 m la calea cu traverse de beton.

Nivelul feței superioare a prismei de balast corespunde cu nivelul acestuia din dreptul capetelor traverselor. Pe liniile echipate cu circuite de cale, pentru asigurarea funcționării acestora, fața superioară a prismei de balast nu trebuie să vină în contact cu talpa șinei (se prevede o distanță de 3 cm).

Inclinarea taluzurilor prismei de balast, are valoarea de 1:1,5 față de orizontală.

VI.2. Poza și diagrama traverselor

Sarcina de la roată nu se transmite integral traversei aflată în dreptul ei; se repartizează la mai multe traverse datorită rigidității șinei (EI) și faptului că traversele reprezintă rezeme tasabile pentru șină. Practic, se poate considera că repartizarea se face la 5 traverse.

Se notează cu S sarcina transmisă de șină la traversă

$$S = P \cdot \alpha \cdot \psi \quad (IV.1)$$

unde:

P este sarcina pe roată;

α - coeficient de repartiție la traverse, în lungul căii și are valori cuprinse între 0,4 - 0,7;

μ - coeficient dinamic și are valori cuprinse între 1,6-1,8.

Sarcina S produce pe patul de balast o presiune a traversii p_b . De la talpa traversii, aceste presiuni se repartizează în adâncime ca în fig. VI. 5.

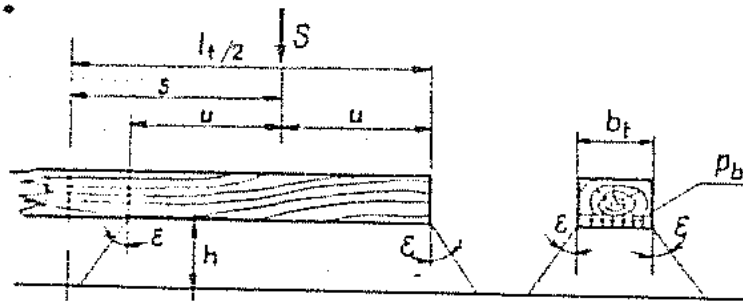


Fig.VI.5. Distribuția presiunilor sub traversă

În funcție de grosimea stratului de balast pot fi două situații (fig.VI.6).

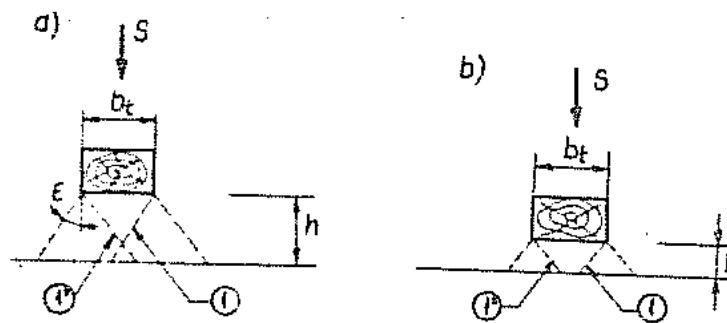
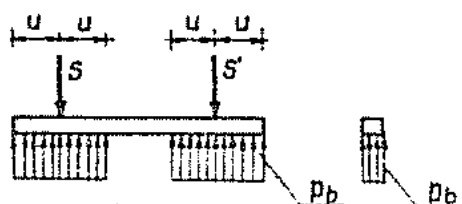


Fig. VI. 6. Repartiția transversală a presiunilor sub traversă

În situația a, liniile de repartiție l și l' se intersectează pe grosimea stratului de balast; în situația b, liniile l și l' nu se intersectează pe grosimea stratului de balast.

Pentru determinarea presiunii q la nivelul platformei căii, și deci pentru a vedea influența diferiților factori asupra presiunii q , se fac două ipoteze :

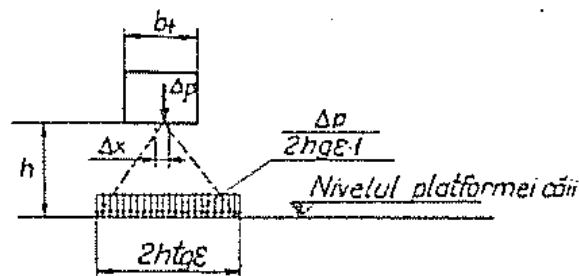
- distribuția presiunilor pe suprafața de rezemare a traversii se consideră uniform repartizată (fig.VI.7).



$$p_b = \frac{S}{2u - b_t} \quad (VI.2)$$

Fig.VI.7. Repartiția longitudinală și transversală a presiunilor sub traversă

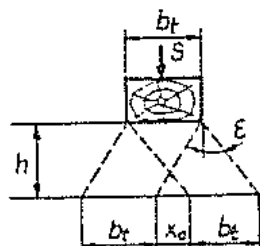
- forța Δp , corespunzătoare lungimii Δx , produce la nivelul platformei o presiune uniformă cuprinsă între liniile de repartiție (fig.VI.8).



$$\Delta p = p_b \cdot \Delta x \cdot l \quad (VI.3)$$

Fig.VI.8. Repartizarea presiunilor sub talpa traversei

În prima situație repartizarea presiunii se face ca în fig. VI. 9, care conduce la relațiile :



$$2(h \operatorname{tg} \varepsilon - x_0) + x_0 = b_t \quad (VI.4)$$

$$x_0 = 2h \operatorname{tg} \varepsilon - b_t \quad (VI.5)$$

Fig.VI.9. Situația în care grosimea stratului de balast este mare

Dacă se face rezultanta tuturor presiunilor provocate de forțele Δp , se obține distribuția trapezoidală, presiunea maximă la nivelul platformei fiind q (fig.VI.10).

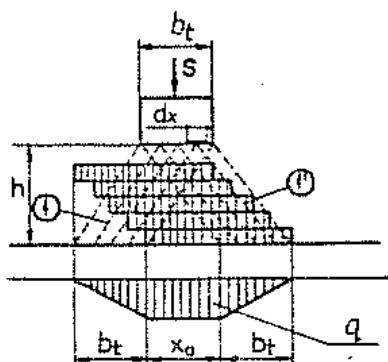


Fig.VI.10. Nivelul platformei căii în situația a

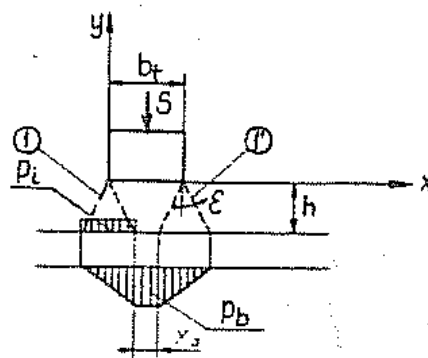


Fig.VI.11. Diagrama presiunilor la nivelul platformei căii în situația b

În cea de-a doua situație, în care grosimea stratului de balastare este mică, repartizarea presiunii este prezentată în fig. VI.11. În acest caz, pe porțiunea de lungime x_0 , presiunea la nivelul platformei este aceeași cu aceea de la nivel tălpii traversei; astfel :

$$q_I = \sum (p_i) = \int_0^{x=2htg\tilde{\epsilon}} \frac{p_b}{2htg\tilde{\epsilon}} dx = \frac{p_b \cdot x}{2htg\tilde{\epsilon}} \Big|_0^{2htg\tilde{\epsilon}} = p_b \quad (VI.6)$$

Repartiția presiunii la nivelul platformei este prezentată în fig. VI. 12.

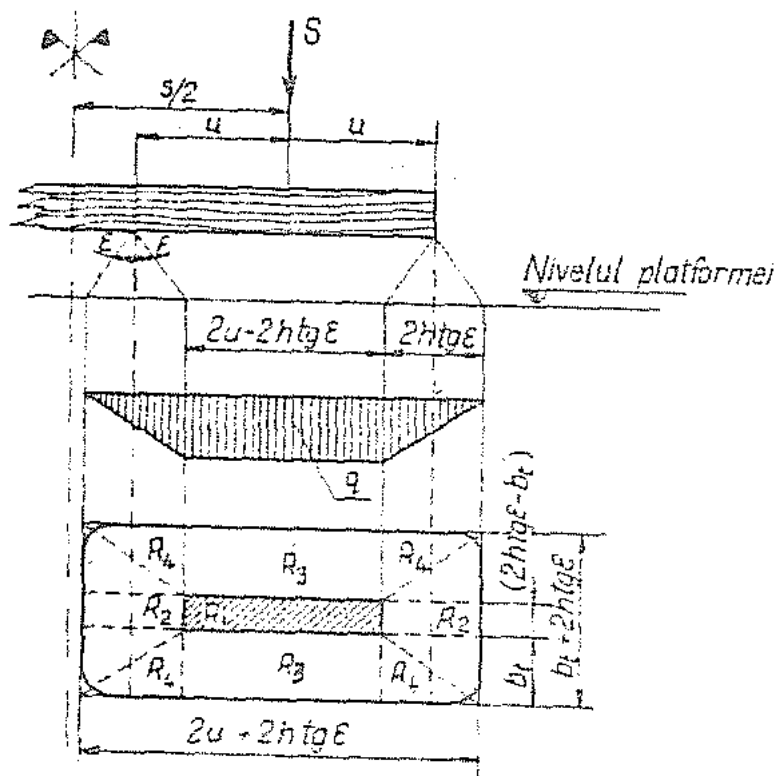


Fig.VI.12. Repartizarea presiunilor la nivelul platformei căii

În acest caz, rezultante presiunilor R este :

$$R = R_1 + 2 R_2 + 2R_3 + 4R_4 \quad (VI.7)$$

unde:

$$R_1 = q (2h \operatorname{tg} \tilde{\epsilon} - b_t)(2u - 2h \operatorname{tg} \tilde{\epsilon})$$

$$R_2 = q \frac{2h \operatorname{tg} \tilde{\epsilon}}{2} (2h \operatorname{tg} \tilde{\epsilon} - b_t)$$

$$R_3 = q \frac{b_t}{2} (2u - 2h \operatorname{tg} \tilde{\epsilon})$$

$$R_4 = \frac{2h \cdot \text{tg } \epsilon}{3} \cdot q$$

Egalînd rezultanta R cu sarcina S și ținînd seama de relația :

$$2u = L_t - s, \text{ unde } s = 1500 \text{ mm} \quad (\text{VI.8})$$

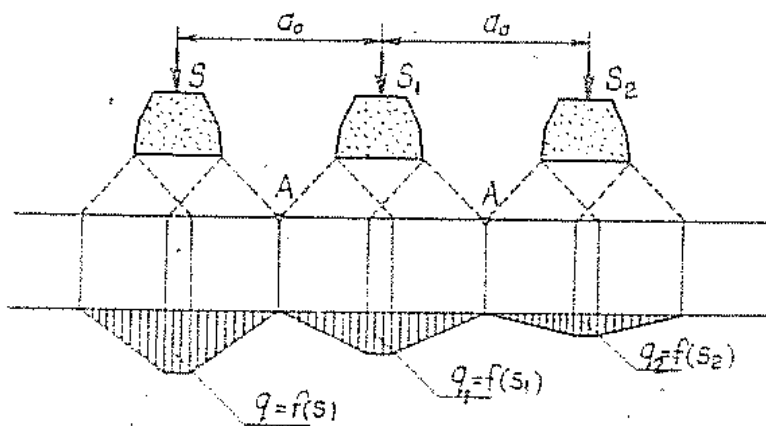
se obține valoarea q :

$$q = \frac{1.5 S}{[3(L_t - s) + b_t] \cdot h \cdot \text{tg } \epsilon} \quad (\text{VI.9})$$

Se constată că presiunea q la nivelul platformei va fi mai mică cu cît:

- lungimea traversei este mai mare;
- lățimea traversei este mai mare;
- grosimea stratului de balast este mai mare;
- unghiul de repartiție este mai mare.

În lungul căii, pentru o anumită distanță între traverse distribuția presiunilor poate fi asemănătoare cu cea din fig. VI.13. În acest caz, în punctele "A" nu se dezvoltă presiuni asupra platformei.



$$S > S_1 > S_2$$

$$a_0 = b_t + 2h \text{ tg } \epsilon$$

$$q > q_1 > q_2$$

$$q = \frac{1.5 S}{[3(L_t - s) + b_t] h \text{ tg } \epsilon}$$

Fig. VI.13. Repartizarea presiunilor în lungul căii.

Cînd distanța între axele traverselor este mai mică decît a_0 , repartizarea presiunii este asemănătoare celei din fig. VI.14. În această situație se dezvoltă presiuni la nivelul platformei în toate zonele. Este împiedicată astfel ridicarea materialului din terasamente în zonele dintre traverse.

La stabilirea distanței dintre axele traverselor trebuie să se țină seama de următoarele :

- șina să nu fie solicitată defavorabil;
- încărcarea traversei să fie corespunzătoare (dacă distanța între traverse este mare, traversei de sub roată îi revine o încărcare prea mare);

- lumina între traverse să permită burarea lor;
- la nivelul platformei căii nu trebuie să existe porțiuni (dirijate în lungul liniei) neîncărcate cu presiune, pentru a fi împiedicată pătrunderea materialului în prisma de balast.

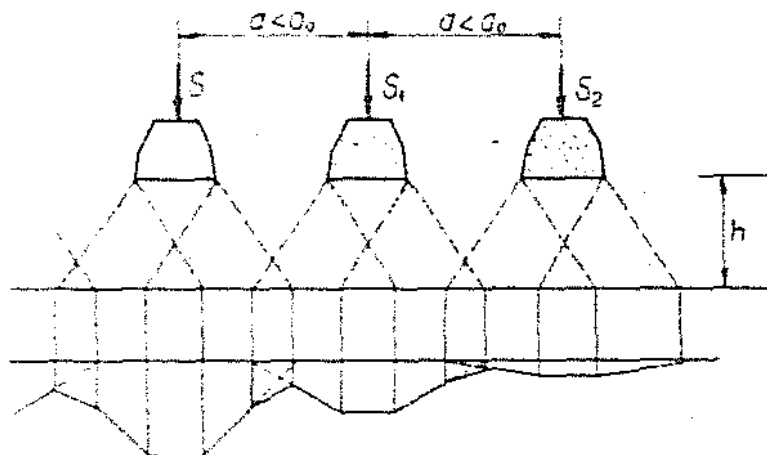


Fig.VI.14. Repartizarea presiunilor în lungul căii

Repartizarea traverselor pe lungimea unui panou de gine constituie diagrama traverselor, iar numărul de traverse pe un km de linie constituie poza căii.

La calea clasică (cu joante) deoarece linia nu este continuă, iar sarcinile care solicită gina în dreptul joantei sînt mai mari decît în rastul panoului, distanțele dintre axele traverselor din vecinătatea joantei se iau mai mici (fig.VI.15).

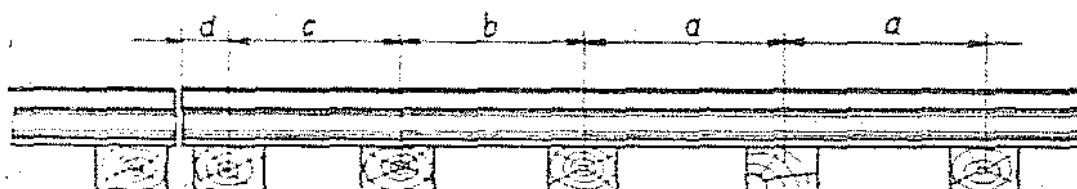


Fig.VI.15. Diagrama traverselor

La alegerea distanțelor a, b și c se ține seama de relația:

$$l - 2d = 2(b+a) + (n-5)a, \quad (\text{VI.16})$$

unde, l este lungimea ginei.

Distanța d este în funcție de felul joantei (susținută sau anepandată).

În aliniament poza căii este în funcție de: ecartament, felul căii (clasică, sau fără joante), trafic și de destinația liniei

(curentă, directă, de garare etc).

VI.3. Comportarea căii la variații de temperatură.

Stabilirea rosturilor de montaj

Rosturile dintre capetele șinelor care se lasă la montarea căii (prindere și eclisare) poartă numele de rosturi de montaj, iar cele măsurate pe o cale în exploatare, poartă nume de rosturi de exploatare. Atât rosturile de montaj cât și rosturile de exploatare depind în primul rând de temperatura din șină. De asemenea, depind de tipul prinderii, al josantei și de lungimea șinei.

Categoria rosturi de dilatație cuprinde atât rosturile de montaj cât și cele de exploatare.

În analiza rosturilor de dilatație, tipurile de suprastructură se împart în două categorii :

1. Suprastructura de tip A. În această primă categorie intră suprastructura la care rezistența opusă de eclisaj la deplasarea capetelor de șină, precum și rezistența opusă de reazemele de sub talpa șinei la deplasarea șinei în lung sînt atât de reduse încît pot fi neglijate în calculul rosturilor. Firele de șine din suprastructurile de acest tip, la creșterea sau scăderea temperaturii față de temperatura de montare, pot fi considerate ca bare care se dilată sau se contractă liber. Această situație se constată la tipurile de suprastructură cu prindere directă și semidirectă (mixtă), la care nu există dispozitive contra fugirii șinelor în stare activă în număr suficient.

2. Suprastructură de tip B. În această categorie intră tipurile de suprastructură la care, în cazul unei întrețineri corespunzătoare, se poate conta pe rezistența din eclisaj și pe rezistența la deplasarea șinei pe care o opun reazemele aflate sub talpa șinei. Astfel de situații pot fi considerate la tipurile de suprastructură cu prindere indirectă, precum și cele cu prindere directă și semidirectă care au un număr suficient de dispozitive contra fugirii șinelor în stare activă. Prin număr suficient de dispozitive se înțelege acel număr care asigură ca șinele să nu se deplaseze pe plăci și care, în consecință, permite antrenarea rezistenței pe care o opune balastul la deplasarea traverselor în lungul căii.

VI.3.1. Studiul rosturilor de dilatație la suprastructuri de tip A

La creșterea sau scăderea temperaturii, deoarece șina de lungime l (fig.VI.16) se poate dilata, respectiv contracta liber,

punctul C situat la mijlocul șinei, nu se deplasează în lungul liniei

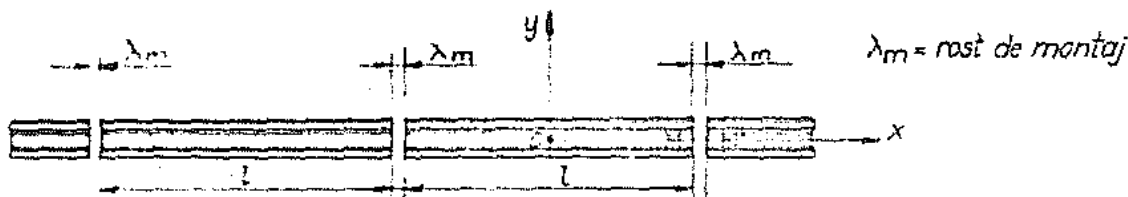


Fig. VI.16. Deplasarea capătului șinei

Capătul șinei, punctul M, la creșterea temperaturii cu valoarea $\Delta t = t - t_m$, se deplasează în lungul liniei cu cantitatea :

$$\Delta_M = \alpha \left(\frac{l}{2} \right) \Delta t \quad (VI.11)$$

unde: $\alpha = 1,1 \cdot 10^{-5}$ - coeficient de dilatație termică liniară a oțelului din șine.

Considerînd că variația rostului este funcție de deplasarea punctelor M și M', rezultă :

$$\Delta \lambda = 2 \left[\alpha \left(\frac{l}{2} \right) \Delta t \right] = \alpha \cdot l \cdot \Delta t \quad (VI.12)$$

Între variația temperaturii (Δt) și variația rostului ($\Delta \lambda$) există deci, o relație liniară.

Pentru analiza mărimii rosturilor de dilatație, în țara noastră se consideră că temperatura maximă în șină este $t_g = 60^\circ\text{C}$, iar că temperatura minimă este $t_l = -30^\circ\text{C}$.

Analiza variației rosturilor se face pe o diagramă denumită diagrama rosturilor (fig.VI.17). În ordonată, se reprezintă, în mm, rosturile de la valoarea zero la valoarea rostului maxim constructiv. ($\lambda_{\max}$), iar în abscisă se reprezintă temperatura, în grade Celsius, de la -30° la $+60^\circ$.

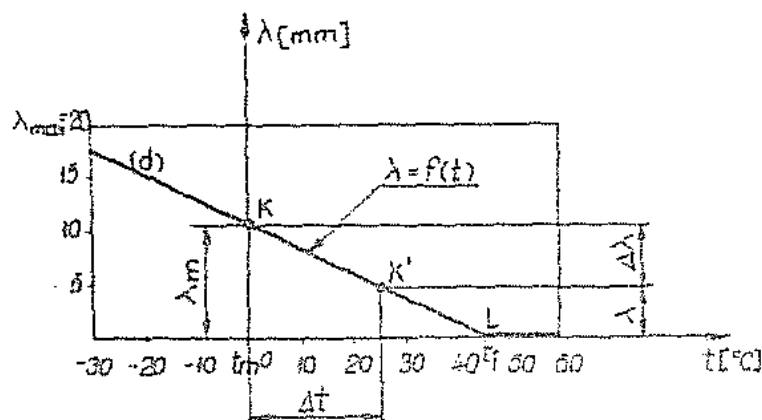


Fig. VI. 17. Diagrama rosturilor

Parametrul unghiular al dreptei (d) este :

$$m = \frac{-\Delta\lambda}{\Delta t} = -\alpha \cdot \ell \quad (\text{VI.13})$$

Se remarcă faptul că înclinarea dreptei este cu atât mai mare cu cât lungimea șinei (ℓ) este mai mare.

Ecuația dreptei (d) este:

$$\lambda - \lambda_m = -\alpha \cdot \ell (t - t_m) \quad (\text{VI.14})$$

$$\lambda = \lambda_m - \alpha \cdot \ell (t - t_m) \quad (\text{VI.15})$$

În punctul L de pe dreapta (d) - fig.VI.17 - rostul ajunge la valoarea zero. Acestui punct îi corespunde temperatura de închidere (t_f). Pentru temperaturi în șină mai mari decât temperatura de închidere, șina nu se mai poate dilata liber și, drept urmare, apar forțe de compresune. Relația $\lambda = f(t)$, pentru temperaturi între t_f și 60°C se confundă cu axa temperaturilor.

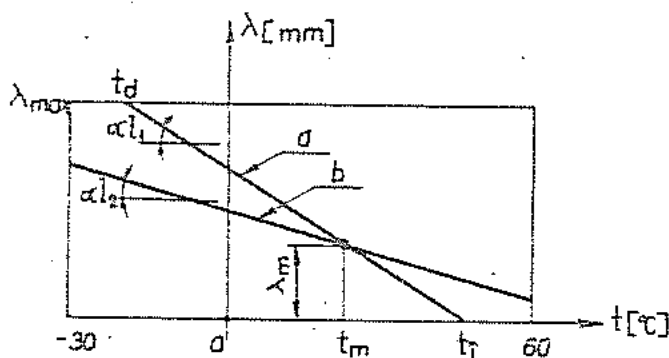


Fig. VI. 18. Diagrama rosturilor pentru șine cu diferite lungimi

La scăderea temperaturii, se observă că la temperatura de -30°C rostul λ are o valoare sub valoarea rostului maxim constructiv ($\lambda_{\max}$).

În funcție de lungimea șinei (ℓ_1), înclinarea dreptei (d_1) variază. Pot avea loc două situații (fig.VI.18).

În prima (a), se observă că valoarea rostului maxim constructiv se realizează înainte ca temperatura din șină să ajungă la valoarea -30°C și devine zero înainte de a se atinge temperatura maximă de 60°C .

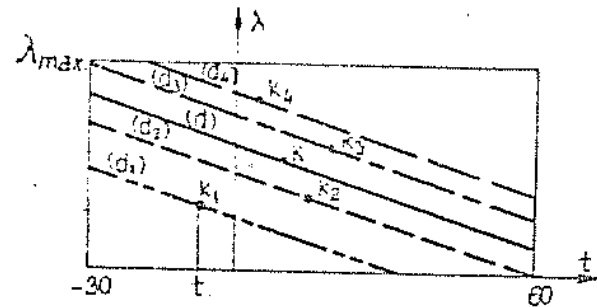
În cea de-a doua (b), între limitele -30°C , la $+60^\circ\text{C}$, pentru perechea de valori λ_m și t_m , rostul λ nu ajunge la valoarea rostului

maxim constructiv și nu ajunge nici la zero.

Este necesar ca perechea de valori λ_m și t_m să fie aleasă corespunzător, întrucât poziția dreptei depinde de alegerea acestora.

Astfel, pentru o aceeași lungime a șinei, în funcție de perechea de valori aleasă, pot exista diferite situații (fig.VI.19).

Dreptele (d) , (d_1) , (d_2) etc. sînt paralele între ele.



La alegerea rosturilor de montaj în funcție de temperatura șinei, respectiv la alegerea perechilor de valori λ_m și t_m trebuie să se țină seama de următoarele aspecte:

Fig.VI.19. Diagrama rosturilor pentru diferite perechi de valori λ_m și t_m

- cu cît valoarea rosturilor va fi mai mică, cu atît solicitările dinamice, care apar la trecerea peste joantă, sînt mai reduse;
- la temperaturi ridicate, să nu apară forțe de compresune prea mari, care să conducă la pierderea stabilității căii;
- la temperaturi scăzute să nu apară forțe de întindere prea mari care să conducă la fărîmarea buloanelor de la joantă;
- lucrările de întreținere a căii să poată fi executate într-un interval cît mai mare a temperaturilor din șine.

Dacă se aleg perechile de valori λ_m și t_m în interiorul paralelogramului ABCD, - fig.VI.20 - nu vor apărea, între -30°C și $+60^{\circ}\text{C}$, compresuni sau întinderi în șine. Sînt de preferat perechile de valori de pe dreapta (d_2) , deoarece rosturile sînt mai mici (variantă adoptată și la CFR).

Pentru o anumită lungime a șinei (~ 20 m), dreptele (d_2) și (d_3) se confundă (fig.VI.21).

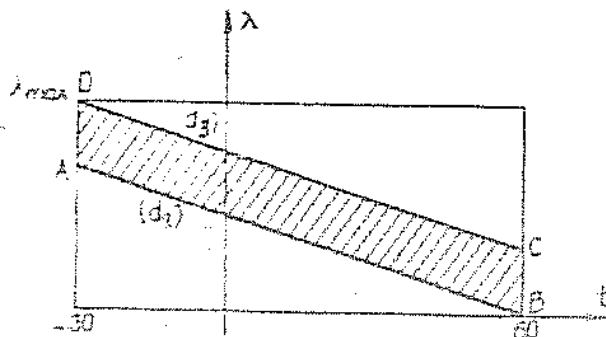


Fig.VI.20. Domeniul pentru perechile de valori λ_m și t_m pentru care nu apar forțe orizontale

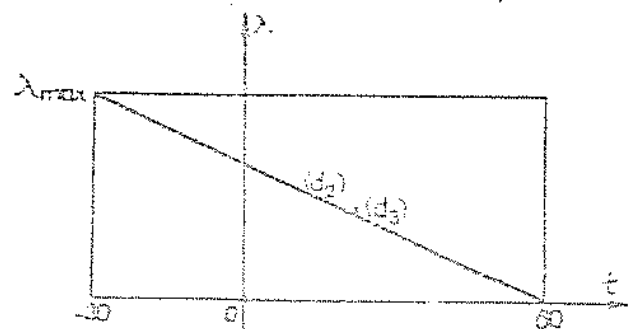


Fig.VI.21. Stabilirea lungimii limitate a șinei care lucrează fără forțe orizontale

Cazul prezentat anterior corespunde unei lungimi de șină de până la 20 m. Peste această valoare, diagrama rosturilor este prezentată în fig.VI.22.

Pentru acest caz, orice pereche de valori λ_m și t_m alese în interiorul paralelogramului ABCD vor da naștere sau numai la compresioni - valorile de pe dreapta (d_3) - sau numai la întinderi - valori de pe dreapta (d_2) - sau și la compresioni și la întinderi în șine.

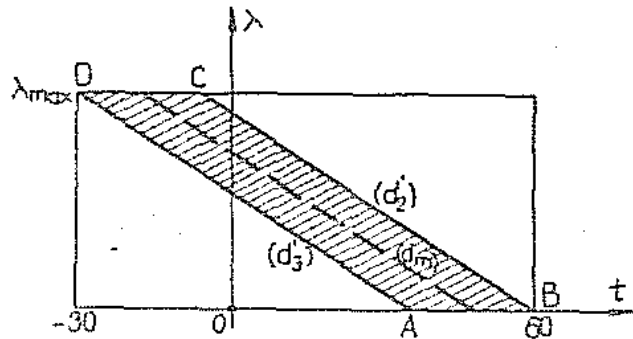


Fig.VI.22. Diagrama rosturilor pentru șine cu lungimi mari

Pentru ca forțele de compresion care apar la temperaturi ridicate să fie, aproximativ, egale cu forțele de întindere care apar la temperaturi scăzute, atunci perechile de valori λ_m și t_m trebuie luate pe dreapta (d_m) , situație întâlnită și la CFR.

O șină de lungime "l" montată în cale la perechile de valori λ_m și t_m , dacă la temperatura maximă de $+60^{\circ}\text{C}$ nu apar forțe de compresion, iar la temperatura minimă de -30°C nu apar forțe de întindere în șine respectivă, atunci se spune despre ea că lucrează ca o șină scurtă. Diagrama rosturilor pentru astfel de șine este prezentată în fig. VI. 23.

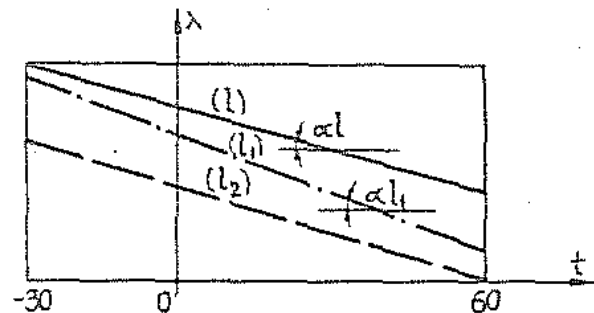


Fig.VI.23. Diagrama rosturilor pentru șine care lucrează ca "șine scurte"

Șina de lungime "l" se consideră că lucrează ca o șină lungă, cînd, după montarea ei în cale la perechea de valori λ_m și t_m , apar forțele axiale din temperatură în zona temperaturilor ridicate (fig.VI.24 a), în zona temperaturilor scăzute (fig.VI.24 b) sau în ambele zone (fig.VI.24 c).

Felul în care lucrează în cale șina de lungime "l" depinde de perechile de valori λ_m și t_m alese pentru montarea ei.

În cazul șinelor care lucrează ca șine scurte, diagrama cu deplasările punctelor situate în lungul șinei este prezentată în fig. VI. 25. Forțele axiale sînt nule.

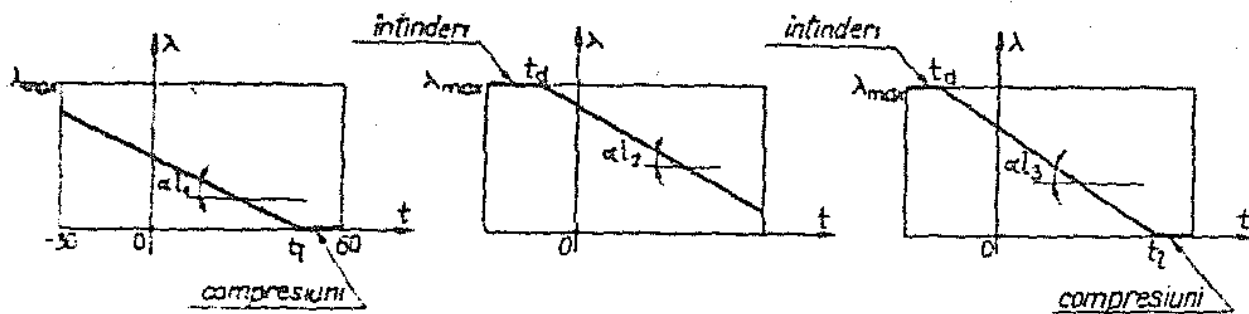


Fig. VI.24. Exemple de diagrame a rosturilor pentru cazul cînd ținutele lucrează ca "ține lungi"

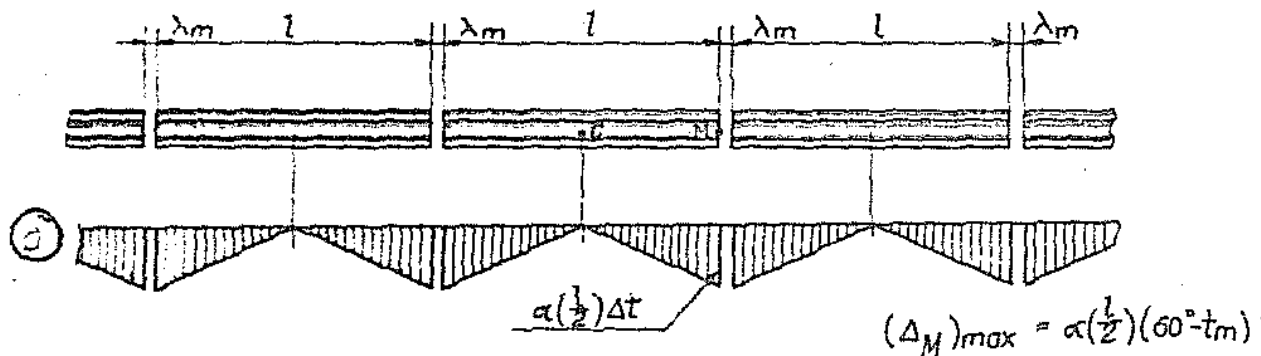


Fig. VI.25. Diagrama deplasărilor în cazul ținutei care lucrează ca "ține scurte".

În cazul ținutei de lungime "l" care lucrează ca ține lungi, se ține seama de două zone, în ce privește variația temperaturii; prima zonă este cuprinsă între temperatura de montare (t_m) și temperatura la care se închid rosturile (t_f), iar cea de-a doua zonă este cuprinsă între temperatura de închidere (t_f) și temperatura maximă de 60°C (fig. VI.26).

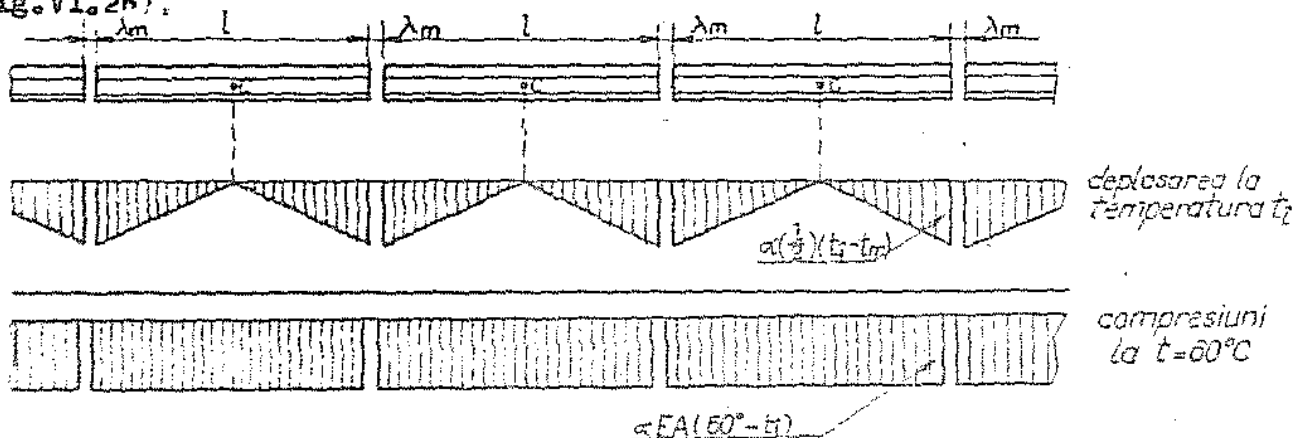


Fig. VI.26. Diagrama deplasărilor și a eforturilor, în cazul "ținutei lungi"

VI.3.2. Studiul rosturilor de dilatație la suprastructurile de tip B

La astfel de suprastructuri se ține seama de rezistența din eclisaj care se opune deplasării capetelor de șină (R) și de rezistență opusă de reazemele de sub talpa șinei la deplasarea acestora în lungul căii (p).

În condiții medii se poate considera $R = 5.000 \text{ kgf}$, iar $p = 5 \text{ kgf/cm}$ pe fir de șină.

Balastul opune o rezistență la deplasarea traversei în lungul căii de circa 600-700 kgf, deci :

$$p = \frac{Q}{2a} \quad (\text{VI.16})$$

unde, a este distanța între axele traverselor.

Din cauza rezistențelor R și p, dilatarea și scurtarea nu vor mai fi libere la creșterea temperaturii în raport cu temperatura de montare.

Determinarea creșterii de temperatură în șină (Δt_R) peste temperatura de montaj (t_m) la care se produce învingerea forțelor de frecare din eclisaj, se face egalând scurtarea sub acțiunea forței de compresie R cu alungirea produsă în cazul dilatării libere corespunzătoare creșterii de temperatură Δt_R (fig. VI.27).

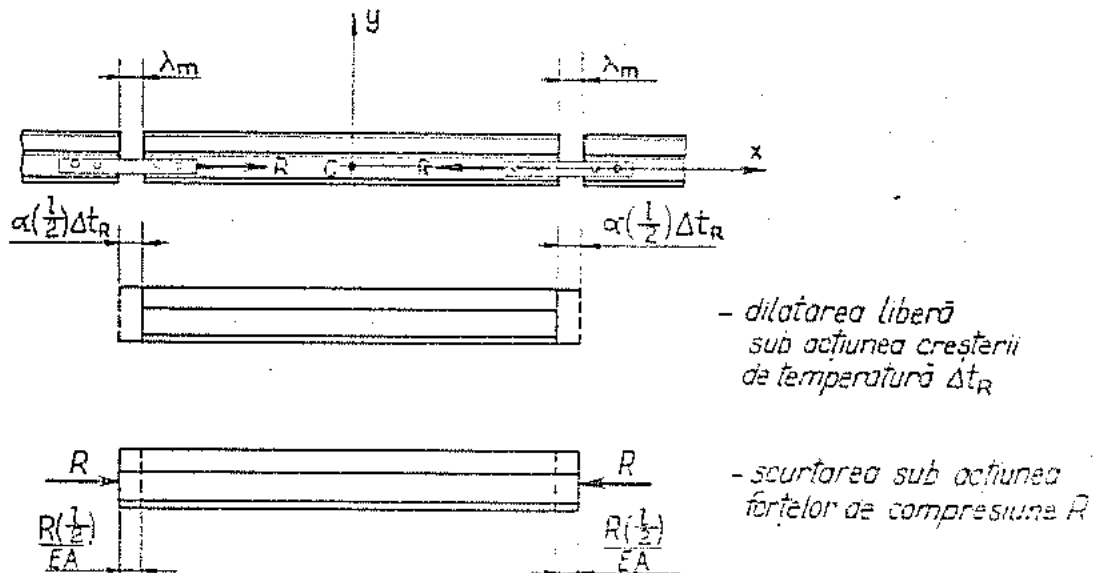


Fig. VI.27. Determinarea creșterii de temperatură necesară învingerii rezistenței din eclisaj

$$\alpha(\frac{l}{2}) \Delta t_R = \frac{R(\frac{l}{2})}{EA} \quad (\text{VI.17})$$

$$\Delta t_R = \frac{R}{\alpha EA} \quad (\text{VI.18})$$

Pentru șina tip 49:

$$\alpha = 1,1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{mm}^\circ\text{C}}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A = 62,5 \text{ cm}^2$$

$$R = 5.000 \text{ kgf}$$

$$\Delta t_R = 3,32^\circ\text{C}.$$

Rezistența lineară p se mobilizează numai în acele puncte de pe talpa șinei unde există deplasări (p este de natura unei frecări).

Pentru situația în care rezistența lineară p s-a mobilizat pe lungimea $(\frac{l}{2} - x_0)$ - fig.VI.28 - la temperatura în șină $t > t_m + \Delta t_R$, se calculează deplasarea punctului M în lungul șinei.

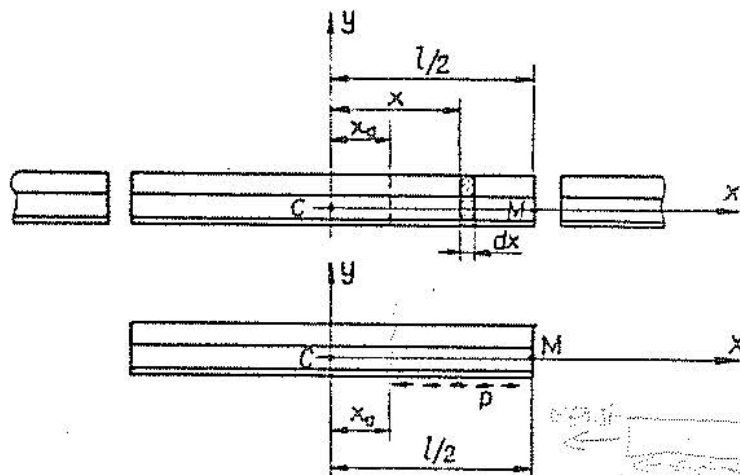


Fig.VI.28. Modul în care acționează rezistența lineară "p" la creșterea temperaturii

Elementul de lungime Δx este solicitat de forțele de compresie $p(\frac{l}{2} - x)$ în felul arătat în fig.VI.29.

Sub acțiunea acestora se produce scartarea

$$= \frac{p(\frac{l}{2} - x) \Delta x}{EA}$$

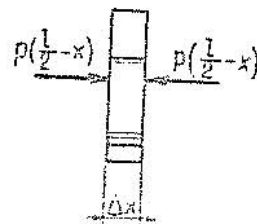


Fig.VI.29. Solicitarea elementului de lungime Δx

Același element de lungime Δx , supus creșterii de temperatură Δt , peste temperatura $t_m + \Delta t_R$, suferă alungirea (dilatarea liberă) $\alpha \Delta x \Delta t$.

Deformația totală a elementului Δx este :

$$\Delta \Delta x = \alpha \Delta x \Delta t - \frac{p(\frac{l}{2} - x) \Delta x}{EA} \quad (\text{VI.19})$$

Pentru a afla deplasarea (ΔM) a punctului M, se însumează deformațiile totale ale tuturor elementelor Δx cuprinse între x_0 și $\frac{l}{2}$ (fig. (VI.28)).

$$\Delta M = \int_{x_0}^{\frac{l}{2}} \left[\alpha \Delta t \cdot dx - \frac{p(\frac{l}{2} - x) dx}{EA} \right] = \alpha \Delta t \left(\frac{l}{2} - x_0 \right) - \frac{p}{2EA} \left(\frac{l}{2} - x_0 \right)^2 \quad (\text{VI.20})$$

Dacă $x_0 = 0$, deci rezistența lineară s-a mobilizat pe toată porțiunea de lungime $\frac{l}{2}$, atunci :

$$\Delta M = \frac{\alpha l \Delta t}{2} - \frac{p l^2}{8EA} \quad (\text{VI.21})$$

Între lungimea pe care se produce mobilizarea rezistenței lineare p și creșterea temperaturii Δt , există următoarea relație:

$$p \left(\frac{l}{2} - x_0 \right) = \alpha EA \Delta t \quad (\text{VI.22})$$

Deci, în punctul de abscisă x_0 unde nu sînt deplasări în lung, în șină se dezvoltă un efort de compresune egal cu cel care apare în cazul dilatării împiedicate $\alpha EA \Delta t$; acest efort de compresune este echilibrat de rezultanta rezistențelor lineare p , care acționează pe lungimea $(\frac{l}{2} - x_0)$.

Ca urmare, deplasarea (ΔM) a punctului M poate fi scrisă funcție numai de $(\frac{l}{2} - x_0)$, sau numai de Δt .

- în funcție de $(\frac{l}{2} - x_0)$ - înlocuind în (VI.21) pe Δt din (VI.22), rezultă

$$\Delta t = \frac{p(\frac{l}{2} - x_0)}{\alpha EA} \quad (\text{VI.23})$$

$$\Delta M = \frac{p(\frac{l}{2} - x_0)^2}{2 EA} \quad (\text{VI.24})$$

- în funcție de Δt - înlocuind în (VI.24) pe $(\frac{l}{2} - x_0)$ din (VI.22) se obține :

$$\Delta M = \frac{\alpha^2 \Delta t^2 EA}{2p} \quad (\text{VI.25})$$

Rezultă deci că deplasarea capătului șinei pentru temperaturi

situate peste $t_m + \Delta t_R$, variază parabolic în raport cu creșterea de temperatură Δt .

Revenind la diagrama rosturilor (fig.VI.30), variația rostului este egală cu dublul deplasării punctului M.

$$\Delta \lambda = 2(\Delta M) = 2 \cdot \frac{\alpha^2 \Delta t^2 EA}{2p} = \frac{\alpha^2 \Delta t^2 EA}{p} \quad (\text{VI.26})$$

La creșterea temperaturii între t_m și $t_m + \Delta t_R$, rostul nu variază, deci $d\lambda = 0$. Peste această valoare a temperaturii, la creșterea Δt se obține :

$$d\lambda = \frac{\alpha^2 \Delta t^2 EA}{p} \quad (\text{VI.27})$$

Creșterea de temperatură (Δt_p), necesară mobilizării rezistenței liniare p , pe întreaga lungime ($\frac{l}{2}$), rezultă din relația (VI.22) :

$$\Delta t_p = \frac{pl}{2\alpha EA} \quad (\text{VI.28})$$

Iar variația rostului $\Delta \lambda_p$, pentru această creștere de temperatură este (din relația (VI.26)) :

$$\Delta \lambda_p = \frac{\alpha^2 \Delta t_p^2 EA}{p} \quad (\text{VI.29})$$

La temperaturi în șină peste $t_m + \Delta t_R + \Delta t_p$, șina suferă o dilatare liniară, pînă la închiderea rostului, va rezulta în diagrama rosturilor o dreaptă avînd coeficientul unghiular αl .

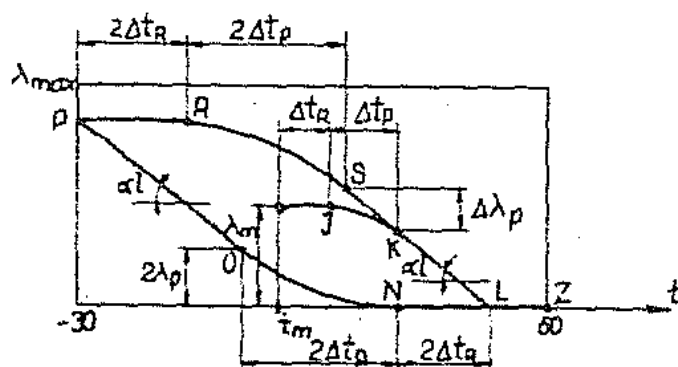


Fig.VI.30. Diagrama rosturilor pentru șina lungi

Pentru temperaturi superioare celei la care are loc închiderea rostului (t_g), aceasta nu mai variază ($d\lambda = 0$).

La scăderea temperaturii de la $+60^\circ$ la t_g (punctul L) se produce anularea forțelor de compresiune apărute anterior în șină, cînd temperatura crescuse de la t_g la 60°C , dar rostul nu variază (rămîne închis).

În punctul L şina este comprimată cu forţa R, corespunzătoare creşterii de temperatură t_R .

Cînd temperatura scade sub (t_1), rostul nu variază cît timp temperatura ^{nu} scade sub valoarea ($t_1 - 2\Delta t_R$). Se anulează mai întîi forţa de compresie R din şină (la scăderea temperaturii cu $1 \cdot \Delta t_R$) şi apoi se mobilizează forţa de frecare în sens contrar R, în eclisaj.

Pentru valori ale temperaturii sub ($t_1 - 2\Delta t_R$) se produce o variaţie parabolică a rostului, similar porţiunii JK; scăderea de temperatură în punctul O, faţă de punctul N este ($2\Delta t_R$).

La temperaturi sub ($t_1 - 2\Delta t_R$), variaţia rostului este liniară (contractie liberă), pînă la deschiderea maximă a rostului, sau, dacă acest lucru nu are loc, pînă la atingerea valorii $t = -30^\circ\text{C}$.

La creşterea din nou a temperaturii, variaţia rosturilor se produce pe curba P R S L Z.

Diagrama reprezentată este adevărată cînd rezistenţa în eclisaj (R) şi rezistenţa liniară p se menţin constante, iar temperatura variază continuu. În realitate, în sezonul rece, rezistenţele R şi în special p devin mult mai mari, datorită îngheţării balastului. Deci diagrama rosturilor înţocmită reprezintă o aproximare a fenomenului din realitate.

Se constată că în funcţie de perechile de valori alese pentru fixarea şinelor (λ_m şi t_m), bucla respectivă poate ocupa diferite poziţii în cadrul dreptunghiului determinat de t_1 , t_2 şi $\lambda_{\max}$. Prin alegerea corespunzătoare a perechilor de valori λ_m şi t_m se poate preveni apariţia de forţe axiale prea mari.

La alegerea perechilor de valori sînt valabile aceleaşi condiţii ca şi în cazul tipurilor de suprastructură la care se neglijează rezistenţa în eclisaj (R) şi rezistenţa liniară (p).

Condiţia ca o şină de lungime l , montată la perechea de valori λ_m şi t_m să lucreze ca o cale fără joante este ca, spre deosebire de cazul şinelor lungi, să nu existe porţiuni din diagramă care să corespundă unei dilatări sau contractii libere.

Efortul axial maxim este în acest caz (fig.VI.31):

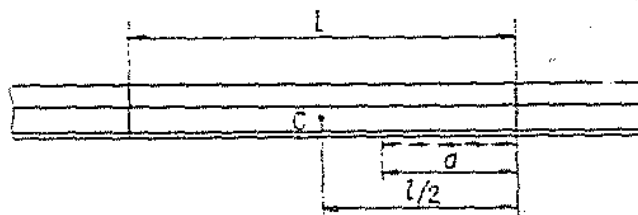


Fig.VI.31. Situația panoului de şine care lucrează ca o cale fără joante

$$H = R + \frac{p_s}{2} + \alpha EA (60^\circ - t_1) \quad (VI.30)$$

sau:

$$H = \alpha EA (60^\circ - t_m) \quad (VI.31)$$

Longimea "a" este porțiunea pe care s-a mobilizat rezistența lineară (p), pînă la închiderea rostului.

În acest caz, rămîne o zonă centrală ($\ell - 2a$), care nu suferă deplasări longitudinale.

Efortul maxim axial care apare în cazul căii fără joante (pe toată zona centrală) este mai mare decît cel care ar putea să apară în cazul unei gîne care lucrează ca "gînă lungă".

VI.3.3. Condiții legate de realizarea rosturilor la CFR

La montarea căii nu se admit abateri față de valorile prevăzute în instrucție.

În tuneluri unde temperatura în gîne se menține practic constantă, rosturile de montaj λ_m se realizează de cîte 2 mm. Această prevedere se aplică pe porțiunea din interiorul tunelurilor situată la mai mult de 50 m depărtare de portale.

În cazul cînd în calea clasică există joante izolante, necesare funcționării circuitelor de cale, rosturile λ_m prevăzute în instrucție se sporesc cu maximum 5 mm (grosimea plăcuței izolante).

La calea fără joante, rosturile de montaj din joantele izolante și dintre panourile de protecție și capetele transanelor sudate, au valori cuprinse între 1-2 mm.

Pentru ca linia să lucreze normal, este necesară împiedicarea fugirii gînelor. Trebuie ca prinderile să lucreze normal, iar la prinderile directe și semidirecte să existe un număr suficient de dispozitive contra fugirii.

De asemenea, este necesar ca balastul să fie bine compactat, pentru ca rezistența pe care o opune deplasării liniei să fie mai mare.

VI.4. Modificările stării căii în timp

Sub acțiunea circulației și a mediului înconjurător, starea căii se modifică în timp. Aceasta se constată prin deranjamentele care se produc.

În plan transversal, deranjamentele se manifestă prin lăsarea sau ridicarea unui fir de gînă față de celălalt, ca urmare a tasării mai pronunțate a balastului la un capăt al traversei, lăsarea în jos a terasamentului sub un capăt al traversei cauzată de apele superficiale necvacuate și de pungile de balast etc.

In plan orizontal in directia transversală liniei deranjamentele se manifestă prin deplasarea unui singur fir (lărgirea sau îngustarea liniei), cauzate de uzura sau lipsa materialului de prindere a șinei de traversă, uzura laterală a șinelor, prinderea insuficientă a șinelor de traverse, inclinarea șinelor mai mare decât cea prescrisă, formarea bavurilor sau turtirea cîmperei șinei etc, sau prin deplasarea ambelor fire (deriparea liniei).

In plan orizontal în lungul liniei, deranjamentele se manifestă prin deformarea rosturilor de dilatație și prin fugirea șinelor, în unele cazuri însoțite de fugirea traverselor, cu răsucirea lor în plan orizontal sau chiar în jurul axei lor. Cauzele acestor defecte sînt frînarea trenurilor, deformarea termică a șinelor, strîngerea insuficientă a buloanelor la eclisaj, lipsa balastului dintre traverse, lipsa dispozitivelor contra fugirii șinelor etc.

In plan longitudinal, deranjamentele numite și denivelări, pot avea loc pe un fir sau pe ambele fire. Denivelările în plan longitudinal se produc din aceleași cauze ca și deformările din plan transversal, însă extinse la rînd la mai multe capete de traverse.

Deranjamentele legate de aspectul liniei sînt: deformarea prismei de balast datorită circulației trenurilor și a personalului de serviciu etc; prezența ierbii în prisma de balast; deteriorarea indicatorilor de cale.

Deranjamente care împiedică evacuarea apei de pe platforma și și din terasamentele liniei sînt: colmatarea balastului în linie și în special la capetele traverselor, deformarea banchetelor, colmatarea șanțurilor, împotmolirea căilor de scurgere a apelor (podețe, tuburi) și depunerea săpezii pe linie.

Uzura materialelor, provocată de circulație și de mediul înconjurător poate constitui cauza unor deranjamente.

Menținerea stăii bune a căii este posibilă prin prevenirea apariției deranjamentelor, iar cînd acestea s-au produs, prin executarea unor lucrări de întreținere de calitate superioară.

Capitolul VII

C A L E A I N C U R B A

VII.1. Alcătuirea căii în curbă

La calea în curbă, suplimentar față de calea în aliniament, trebuie rezolvate problemele legate de înscrierea vehiculelor și de preluarea efectului forței centrifuge în condiții de siguranță deplină a circulației și de confort optim.

Apare astfel necesitatea supralărgirii și supraînălțării căii și a introducerii curbilor de racordare între aliniamente și curbile arc de cerc.

Profilul transversal prin calea în curbă este prezentat în fig. VII. 1.

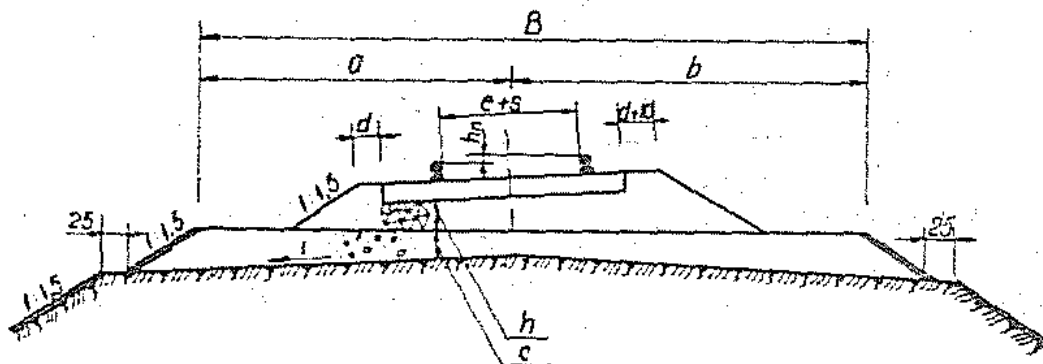


Fig.VII. 1. Profil transversal prin calea în curbă

VII.2. Lărgimea căii în curbă. Supralărgirea căii

VII. 2.1. Noțiuni privind vehiculele de cale ferată

Vehiculele de cale ferată pot fi cu două sau mai multe osii. Când numărul osiilor este mare, vehiculele se construiesc pe boghiuri.

Roțile sînt fixate prin presare pe osie.

La vagonul cu două osii și în cadrul unui boghiu, osiile rămîn tot timpul paralele între ele. Dacă acest lucru nu este respectat, ar exista pericolul ca osia montată sare se rotește, să cadă în intervalul dintre cele două șine (fig.VII.2.).

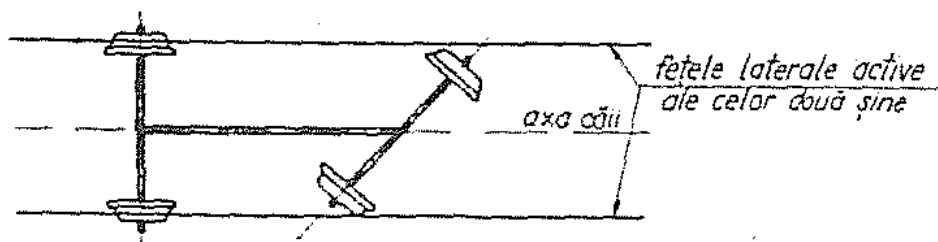


Fig.VII. 2. Osia montată căzută între șine

Cînd osia montată se apropie de unul dintre firele de șină, contactul dintre buza bandajului și fața laterală activă a șinei se realizează într-un punct situat la circa 10 mm sub cercul mijlociu de rulare (fig.VII.3).

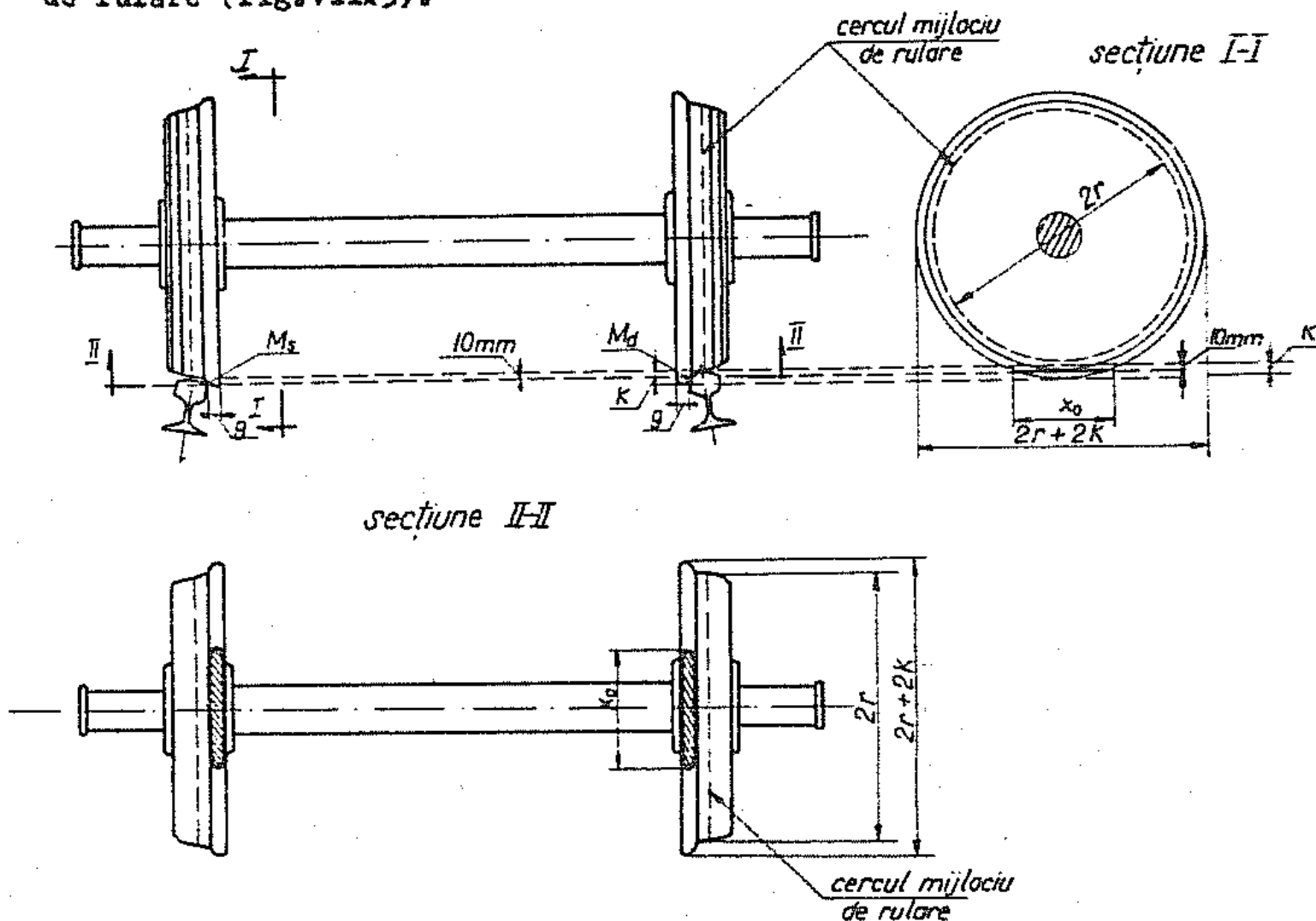


Fig.VII.3. Osia montată

Suprafața hașurată reprezintă intersecția dintre planul orizontal II-II situat la 10 mm sub cercul mijlociu de rulare, cu buza bandajului. Deci, osia montată poate fi reprezentată ca în fig.VII.4. Contactul dintre buza bandajului și fața laterală activă a șinei se poate produce - în funcție de unghiul dintre axa osiei montată și axa căii - într-un punct situat pe conturul suprafeței hașurate.

Fig.VII.4. Reprezentarea schematică în plan a osiei montate



Reprezentarea schematică, în plan, a unui vehicul pe două osii, este în fig.VII.5 a

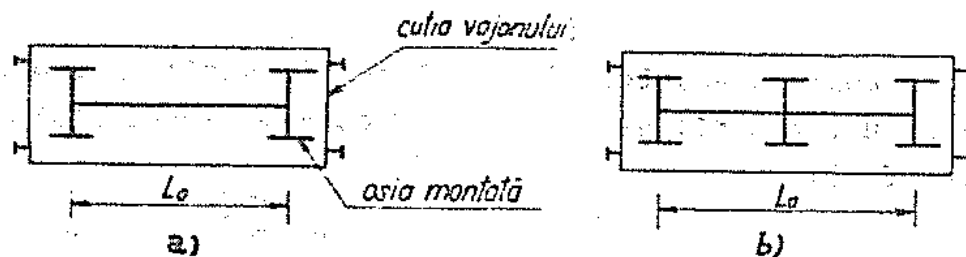


Fig.VII.5. Reprezentarea schematică în plan a unui vehicul

a) cu două osii; b) cu trei osii.

Figurile VII.5 b și VII.6, reprezintă, schematic, un vehicul pe trei osii și, respectiv, un vehicul pe două boghiuri.

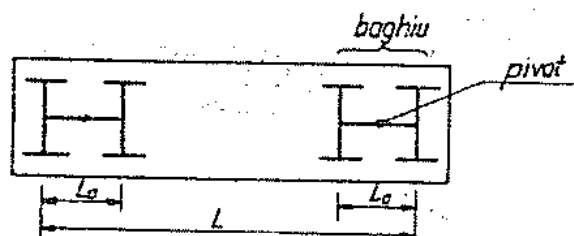


Fig.VII.6. Reprezentarea schematică în plan a vehiculului pe boghiuri

Distanța dintre axele osiilor extreme, care rămân tot timpul paralele între ele, poartă denumirea de bază rigidă, sau ampament. În figurile VII.5 a, VII.5 b și VII.6, baza rigidă s-a notat cu (L_0). Bază totală, notată cu (L), reprezintă distanța între axelele osiilor extreme ale unui vehicul. Totdeauna $L \geq L_0$.

Inscrierea unui vehicul în curbă se face cu atât mai ușor cu cât baza rigidă este mai mică.

Cînd bazele rigide sînt lungi, în special în cazul locomotivelor se iau unele măsuri pentru a fi ușurată înscrierea vehiculelor în curbă. Acestea sînt:

- osiile din partea centrală a bazei rigide se pot construi cu bandaje fără buze, sau cu buze avînd grosimi reduse (fig.VII.7);
- osiile din cadrul bazei rigide se prevăd cu jocuri transversale limitate în raport cu cutia vagonului, respectiv osiile pot glisa transversal unele în raport cu altele (fig.VII.8),

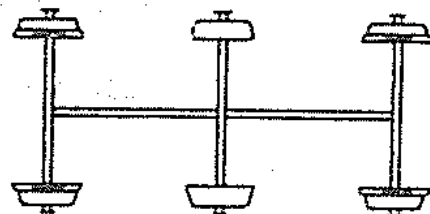


Fig.VII.7. Bază rigidă avînd osia centrală cu bandaje speciale

- una dintre osiile extreme se poate roti, în raport cu celelalte osii.

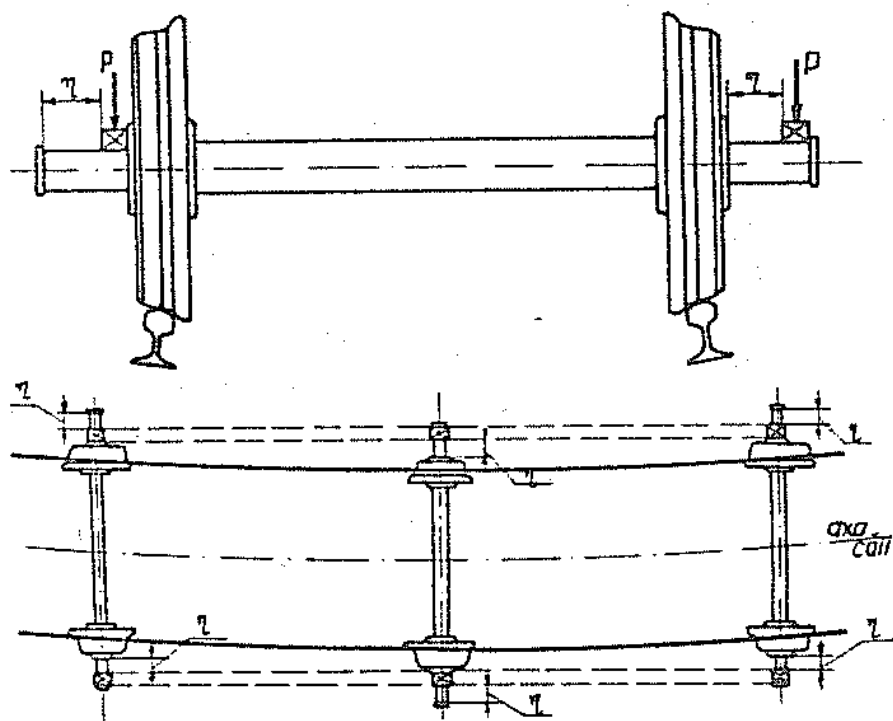


Fig.VII.8. Jocurile transversale ale osiilor din cadrul bazei rigide

VII.2.2. Lărgimea căii în curbe

VII.2.2.1. Lărgimea maximă admisă a căii în curbe

Lărgimea maximă admisă a căii în curbă este de 1470 mm; aceasta valoare rezultă astfel :

$$1435 + 25 + 10 = 1470 \text{ mm} \quad (\text{VII.1})$$

unde:

1435 reprezintă ecartamentul normal;

25 - supralărgirea maximă;

10 - toleranța în plus, care se admite în cadrul întreținerii curente, la calea în curbă.

Pentru lărgimea căii de 1470 mm, poziția relativă a osiei montate, în raport cu calea, este prezentată în fig.VII.9.

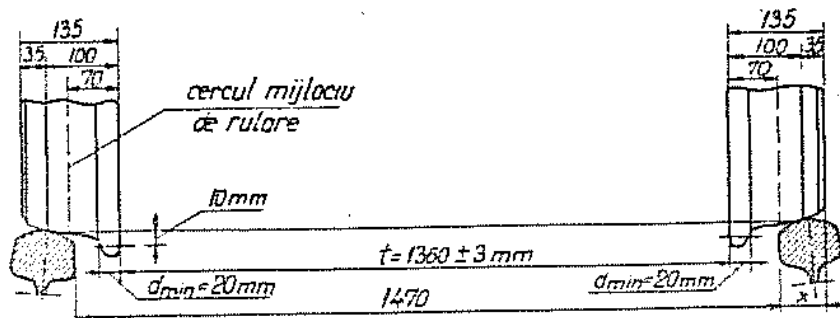


Fig.VII.9. Poziția simetrică a osiei montate în raport cu calea

Notînd cu x proiecția bandajului pe suprafață de rulare a ciupercii șinei, se poate scrie :

$$1470 + 2x_{\min} = 2 \cdot 135 + 1360 - 3 \quad (\text{VII.2})$$

rezultînd :

$$x_{\min} = 78 \text{ mm}$$

Că urmare, cînd axa osiei montate coincide cu axa căii, muchia reprezentînd intersecția dintre suprafața bandajului cu înclinarea 1:20 și suprafața bandajului cu înclinarea 1:10 este în afara porțiunii din suprafața de rulare a ciupercii șinei pe care se realizează racordarea acestuia cu fața activă a ciupercii. Deci, nu apar forțe orizontale care ar putea provoca sporirea distanței dintre cele două șine.

Cazul extrem, în care buza bandajului de la una din roțile osiei montate este lipită de un fir de șină, este prezentat în fig. VII.10; în această situație proiecția x rezultă astfel :

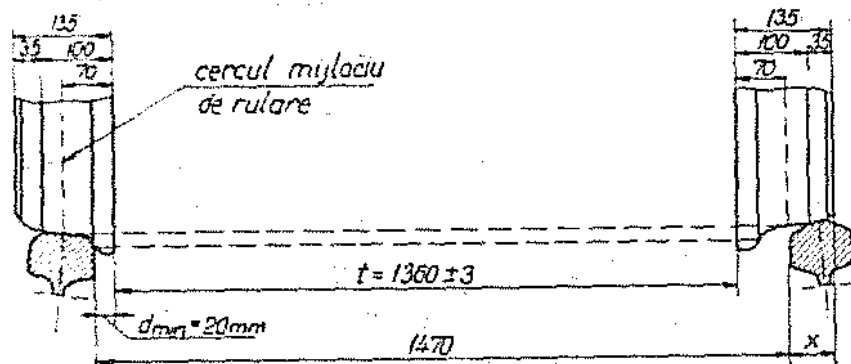


Fig. VII.10. Poziția deplasată limită a osiei montate în raport cu calea

$$1470 + x_{\min} = d_{\min} + t_{\min} + 135 \quad (\text{VII.3})$$

$$x_{\min} = 42 \text{ mm.}$$

Deoarece rezemarea bandajului pe suprafața de rulare nu se face într-un punct, ci pe o suprafață, iar la determinarea valorilor lui x toate abaterile la dimensiuni s-au luat în sensul cel mai defavorabil (situație puțin probabilă în realitate), rezultă că pentru lățimea căii de 1470 mm, se poate considera că rezemarea bandajelor pe șine se face încă în condiții corespunzătoare, acestea însemnînd că rezemarea se face pe porțiunea cu înclinarea 1:20.

VII.2.2.2. Lățimea optimă a căii în curbă

Se consideră că lățimea căii la care rezistența ce se opune la rularea vehiculelor și la care uzurile șinelor și a bandajelor

tind către un minim, reprezintă lărgimea optimă a căii.

Studiile teoretice și încercările au arătat că, în cazul bazelor rigide cu două și trei osii, lărgimea optimă este aceea care asigură înscrierea acestor vehicule, astfel încât osia din spate a baselor rigide să ocupe o poziție radială (fig.VII.11).

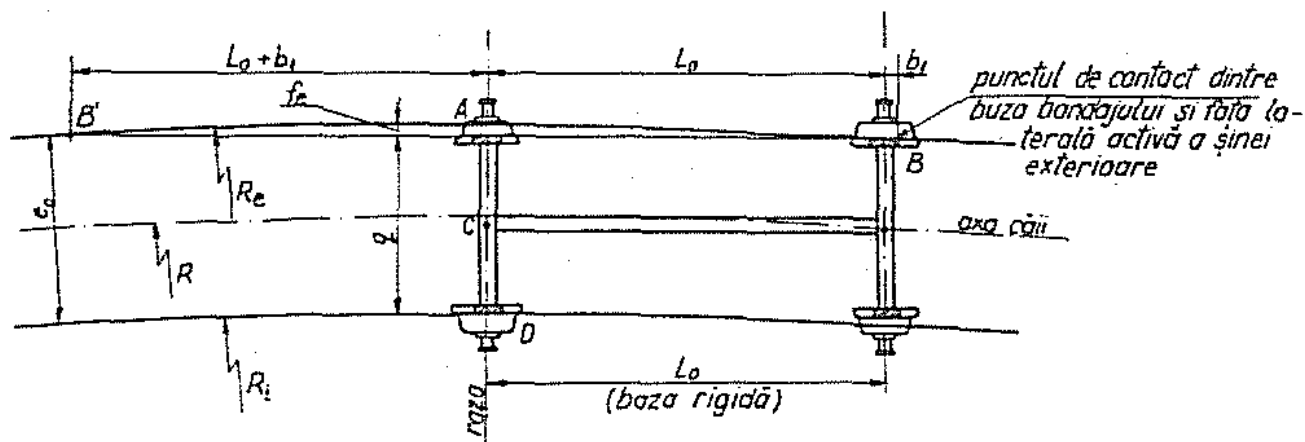


Fig.VII.11. Înscrierea optimă a unui vehicul cu două osii în curbă

Punctul de contact dintre buza bandajului de la osia din față și fața laterală activă a șinei exterioare nu se găsește pe axa osiei din față, ci este decalat cu distanța b_1 . În această situație lărgimea căii în curbă (e_c) rezultă (fig.VII.11) :

$$e_c = q + f_e \approx q + \frac{(L_0 + b_1)^2}{2 R_e} \quad (\text{VII.4})$$

Pentru a fi posibilă înscrierea reprezentată în fig.VII.11, trebuie să se țină seama de situația cea mai dezavantajoasă:

- la lărgimea căii există o toleranță în minus de 3 mm;
- lățimea osiei montate q , are valoarea maximă.

În aceste condiții, relația (VII.4), devine :

$$e_c - 3 = q_{\max} + \frac{(L_0 + b_1)^2}{2 R_e} \quad (\text{VII.5})$$

Dacă se consideră lărgimea căii în aliniament e , și jocul însumat dintre buzele bandajelor și șine δ , se poate scrie :

$$e = q + \delta, \quad q = e - \delta \quad (\text{VII.6})$$

$$e_c = q + f_e = e - \delta + f_e \quad (\text{VII.7})$$

$$e_c - e = f_e - \delta \quad (\text{VII.8 a})$$

$$e = \frac{(L_0 + b_1)^2}{2 R_e} \quad (\text{VII.8 b})$$

Valoarea ($e_c - e$) reprezintă tocmai supralărgirea căii în curbă (e).

Pe o linie de cale ferată, în general, circulă vehicule de diferite feluri, respectiv cu diferite baze rigide. Deoarece calea se construiește cu o lărgime unică în cuprinsul curbei, rezultă că numai o anumită bază rigidă se va înscrie optim în curbă. Este rațional ca lărgimea optimă să fie determinată pentru baza rigidă cea mai răspîndită pe rețea. În felul acesta, pe ansamblu, uzura șinelor, a bandajelor și rezistența de rulare opusă de curbă vor tinde către un minim.

La C.F.R. valorile pentru lărgimea căii în curbă respectiv supralărgirea căii, se stabilesc pornind de la un vehicul cu baza rigidă de 3,65 m. În măsura în care această bază rigidă nu va fi preponderentă, se va impune recalcularea valorilor supralărgirii căii.

Decalarea b_1 (fig.VII.11) a punctului B în raport cu axa osiei se poate calcula cu formula aproximativă :

$$b_1 \approx \frac{r L_0}{R} \operatorname{tg} \zeta$$

unde:

- r - raza roții (cercul mijlociu de rulare);
- L_0 - baza rigidă;
- R - raza curbei;
- ζ - unghiul de înclinare a feței laterale active a buzei bandajului în raport cu orizontala ($60^\circ - 70^\circ$).

VII.2.2.3. Lărgimea minimă a căii în curbă

S-a stabilit anterior că lărgimea căii în curbă se determină astfel încît baza rigidă preponderentă să ocupe o astfel de poziție încît osia din spate să fie radială. Se pune problema dacă această lărgime asigură înscrierea vehiculelor cu baza rigidă cea mai lungă.

În fig.VII.12, este prezentată poziția limită de înscriere în curbă a unei baze rigide cu 3 osii.

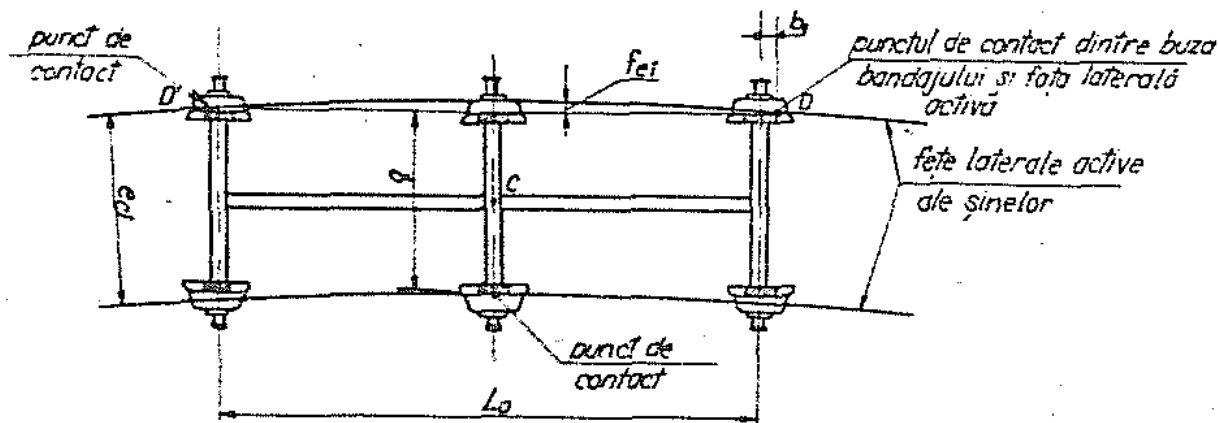


Fig.VII.12. Poziția limită de înscriere în curbă

Este o poziție înțepenită, respectiv nu există nici un joc în punctele de contact între buzele bandajelor și fețele laterale active (baza rigidă este împănată între fețele laterale active ale celor două șine). În acest caz lărgimea căii este :

$$e_{cf} - 3 = q_{max} + f_{ef} \quad (VII.10)$$

unde: 3 este toleranța și

$$f_{ef} = \frac{\left(\frac{L_0}{2} + b_1\right)^2}{2R_0}$$

rezultă :

$$e_{cf} = q_{max} + 3 + f_{ef} \quad (VII.11)$$

Lărgimea căii obținută (e_{cf}) asigură înscrierea bazei rigide cu trei osii, însă rezistența de rulare ar fi foarte mare.

În aliniament, lărgimea căii (e) este astfel corelată cu lărgimea osiei montate (q) încît întodeauna există un joc între buzele bandajelor și fețele laterale active ale șinelor (jocul însumat minim este $\delta_{min} = 6$ mm, iar jocul normal este $\delta_n = 15$ mm). Din aceeași considerente și în curbă, lărgimea minimă pentru vehiculul cu baza rigidă cea mai lungă trebuie astfel aleasă încît să existe un joc între buzele bandajelor și fețele laterale active. Acest joc se consideră, de regulă, egal cu jumătate din valoarea jocului însumat minim din aliniament :

$$e_{c_{min}} = e_{cf} + \frac{\delta_{min}}{2} \quad (VII.12)$$

Deci, lărgimea efectivă a căii în curbă se stabilește din condiția de a fi optimă pentru baza rigidă a celor mai răspîndite vehicule de pe rețea și se verifică: să nu fie depășită lărgimea maximă admisă (1460 mm fără toleranțe și 1470 ținînd seama de acestea) și să fie asigurată lărgimea minimă pentru vehiculul cu baza rigidă cea mai lungă.

VII.2.3. Condiții legate de lărgimea căii în curbă

Supralărgirea căii în curbă se realizează prin deplasarea firului interior spre centrul curbei (fig.VII.13); aceasta deoarece firul exterior este fir conducător, adică asigură ghidarea vehiculului în curbă.

La C.F.R., supralărgirea căii se realizează pentru curbe ale căror raze sînt sub 500 m.

În curbe, nu se admite ca lărgimea căii să fie sub valoarea lărgimii căii în aliniament.

Variația lărgimii căii, la capetele curbei, se admite de 0,5 mm/m.

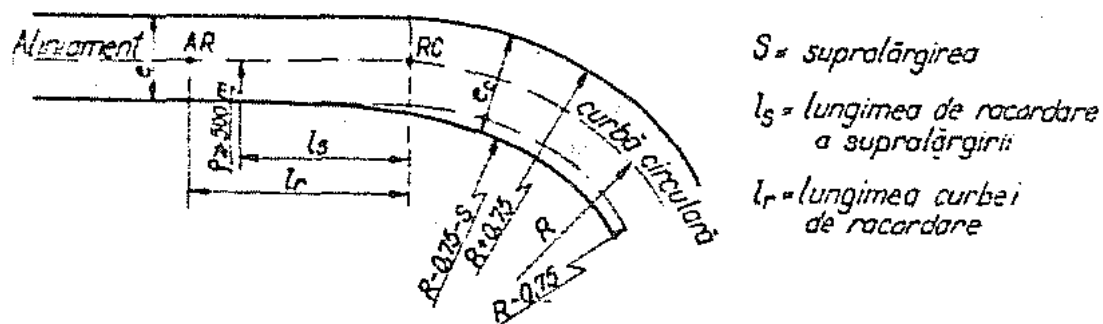


Fig.VII.13. Supralărgirii căii

Lungimea pe care se face trecerea de la lărgimea căii în curbă (e_c) la lărgimea căii în aliniament (e), se realizează în cuprinsul curbei de racordare, când acestea există sau în aliniamentele de la capetele curbei circulare când lipsesc curbele de racordare. Cantitativ, lungimea pe care se face pierderea supralărgirii (l_g), rezultă din două condiții (fig.VII.13);

- variația lărgimii căii să fie mică sau cel mult egală cu 0,5 mm/m;
- punctul, din cuprinsul curbei de racordare, de la care începe să fie dată supralărgirea, să aibă raza de curbura $\rho > 500$ m.

La unele administrații de cale ferată, se recomandă ca lungimea de racordare a supralărgirii să fie egală cu lungimea curbei de racordare.

Toleranțele la lărgimea căii în curbă, ca și în aliniament, la construcția căii, sînt de +3 și -1 mm, iar în cadrul întreținerii curente, de +10 și -3 mm.

VII.3. Supraînălțarea căii. Lungimea rampei supraînălțării

VII.3.1. Generalități

Pentru a nu se produce uzura pronunțată a unui fir de șină în raport cu celălalt, pentru a fi evitate accelerații transversale mari (cu acțiune defavorabilă asupra călătorilor și mărfurilor), precum și pentru a evita răsturnarea vehiculelor, la construcția căii în curbă, firul exterior se supraînălțează față de celălalt fir.

Realizarea practică a supraînălțării se face în general prin ridicarea firului exterior (fig.VII.14 a) se mai poate realiza prin ridicarea firului exterior și coborîrea celui interior (fig.VII.14b) și prin coborîrea firului interior (fig.VII.14 c).

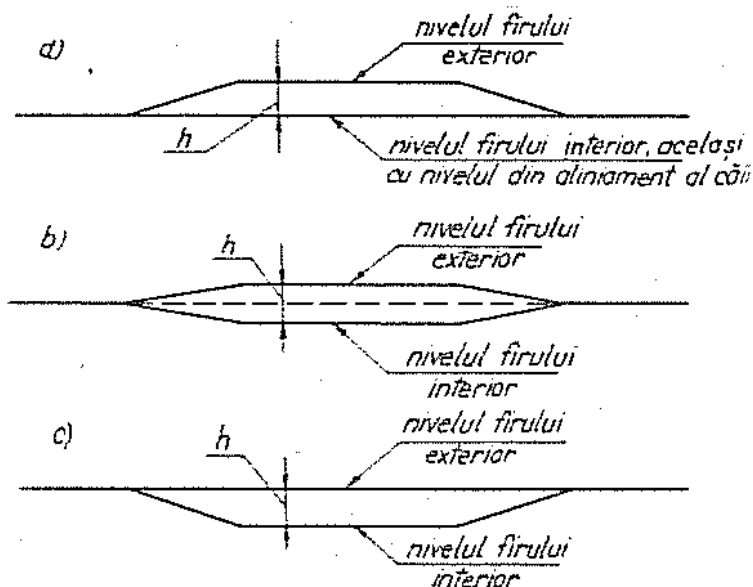


Fig.VII.14. Secțiune verticală desfășurată, prin care

Cazul b), are avantajul că la trecerea vehiculului prin curbă centrul său de greutate rămâne în același plan orizontal. Prezintă însă, ca și cazul c), dificultăți legate de realizarea lor practică.

La analiza lărgimii căii s-au arătat unele particularități ale vehiculelor de cale ferată, în ceea ce privește situația lor în plan orizontal. În secțiune transversală, vehiculul de cale ferată poate fi reprezentat schematic ca în fig.VII.15 .

În analiza supraînălțării firului exterior în curbă, trebuie să se țină seama de următoarele aspecte :

a) datorită existenței resorturilor, platforma vehiculului se poate roti în raport cu axa osiei, respectiv în raport cu planul tangent comun la rețele de rulare ale celor două fire de șine (plan de rulare).

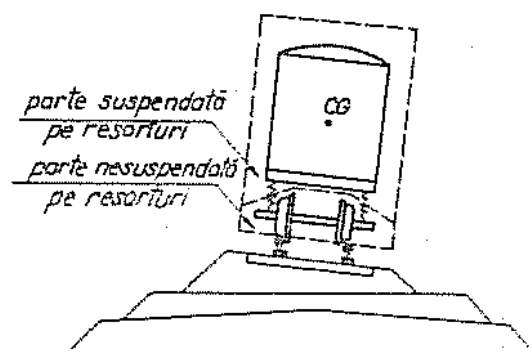


Fig.VII.15. Prezentarea schematică în secțiune transversală a unui vehicul

b) între buzele bandajelor osiei montate și fețele active ale celor două șine, există un joc δ ;

c) la încărcarea vagoanelor pot exista anumite excentricități care determină supraîncărcarea unui fir în raport cu celălalt;

d) unele osii pot avea deplasări transversale limitate în raport cu cutia vagonului, (C din fig.VII.8), care fac ca, sub osia montată respectivă, încărcarea celor două fire de șină, să fie diferită;

e) în cuprinsul curbei, în general, vehiculul circulă în convoi asupra cărui acționează forțe longitudinale (forța de tracțiune, forța de frînare).

f) acțiunea vântului conduce la încărcarea diferită a celor două fire de șină.

VII.3.2. Supraînălțarea căii determinată din condiția ca uzurile verticale ale celor două fire de șine să fie egale

Stabilirea formulei de calcul se face în ipoteza că vântul nu acționează ($\bar{W} = 0$). De asemenea, nu se ține seama de existența resorturilor și de existența excentricităților care conduc la încărcarea diferită a celor două fire de șină (aspectele b, c, d). Se neglijează efectul forței de tracțiune (sau de frînare) și a înclinării șinelor.

Intr-o perioadă de timp, circulă diferite vehicule cu viteze diferite. Pentru un vehicul dat și o viteză de circulație dată, corespunde o încărcare a firului exterior ($\bar{E}_e$); și o încărcare a firului interior ($\bar{E}_i$).

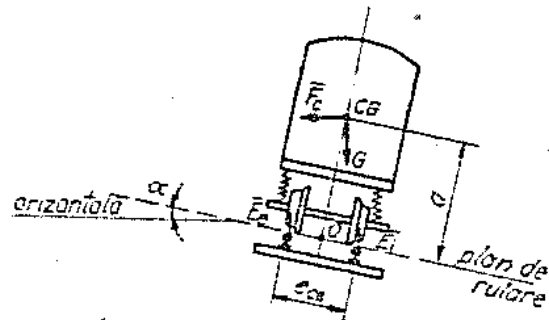


Fig.VII.16. Forțele care acționează asupra vehiculului în curbă

Aceste încărcări diferă de la un vehicul la altul și pentru același fel de vehicul, de la o viteză la alta.

Se consideră că uzura unei șine este direct proporțională cu încărcarea, respectiv cu uzura verticală a șinei, pentru o perioadă de timp, este proporțională cu suma încărcărilor suportate de la toate vehiculele care au circulat în perioada de timp respectivă. În această ipoteză, condiția ca uzurile verticale ale celor două fire de șine să fie egală se reduce la :

$$\sum (E_e)_i = \sum (E_i)_i \quad \text{sau} \quad (VII.13)$$

$$\sum [(E_e)_i - (E_i)_i] = \sum (E_e - E_i)_i = 0 \quad (VII.14)$$

Pentru determinarea diferenței ($E_e - E_i$) la un vehicul, cu greutatea (G) care circulă cu viteza (v) se scrie ecuația de momente a

forțelor care acționează în raport cu punctul O (fig.VII.16)

$$F_c \cos \alpha - G \sin \alpha - E_0 - \frac{e_{cs}}{2} + E_1 - \frac{e_{cs}}{2} = 0 \quad (\text{VII.15})$$

considerînd :

$$\begin{aligned} \cos \alpha &\approx 1 \\ \sin \alpha &= \frac{h}{e_{cs}} \end{aligned}$$

$$F_c = \frac{mv^2}{R} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R},$$

se obține :

$$E_0 - E_1 = \frac{2a}{e_{cs}} \left(\frac{Gv^2}{gR} - G \cdot \frac{h}{e_{cs}} \right) \quad (\text{VII.16})$$

Considerînd că distanța (a) este aceeași pentru toate vehiculele, condiția de uzură verticală egală (VII.14), devine :

$$\sum (E_0 - E_1)_i = \frac{2a}{e_{cs}} \sum \left[G \left(\frac{v_i^2}{gR} - \frac{h}{e_{cs}} \right) \right] = 0 \quad (\text{VII.17})$$

Deoarece supraînălțarea (h) este aceeași pentru toate vehiculele, rezultă :

$$\sum G_i \frac{v_i^2}{gR} - \frac{h}{e_{cs}} \sum G_i = 0, \quad (\text{VII.18})$$

din care:

$$h = \frac{e_{cs}}{gR} \cdot \frac{\sum G_i v_i^2}{\sum G_i} \quad (\text{VII.19})$$

Notînd :

$$\frac{\sum G_i v_i^2}{\sum G_i} = v_{med}^2$$

rezultă :

$$h = \frac{e_{cs}}{gR} \cdot v_{med}^2 \quad (\text{VII.20})$$

În ipoteza că vagoanele din alcătuirea unei garnituri sînt din același tip, că toate trenurile care circulă prin curba respectivă, au același tonaj G_v , iar numărul trenurilor care circulă în intervalul de timp dat, cu viteza v_1 , este n_1 , atunci :

$$v_{med}^2 = \frac{n_1(N_1 \cdot G_1) v_1^2 + n_2(N_2 G_2) v_2^2 + \dots + n_i(N_i G_i) v_i^2 + \dots}{n_1(N_1 G_1) + n_2(N_2 G_2) + \dots + n_i(N_i G_i) + \dots} \quad (\text{VII.21})$$

N_i reprezintă numărul vagoanelor de greutate G_i , care determină tonajul G_v pentru trenul cu viteza v_1 .

$$v_{med} = \sqrt{\frac{N_1 v_1^2 + N_2 v_2^2 + \dots}{N_1 + N_2 + \dots}} \quad (\text{VII.22})$$

Dacă în expresia (VII.20) se introduc :

$$\begin{aligned} e_{cs} &= 1500 \text{ mm} \\ q &= 9,81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

se obține pentru supraînălțarea (h), în mm, când v_{med} se introduce în km/h și R în m, relația :

$$h = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} \quad (\text{VII.23})$$

Când toate trenurile circulă cu aceeași viteză ($V_1 = V$), din relația (VII.22) rezultă ($v_{med}^2 = V^2$), iar relația (VII.23) devine :

$$h = 11,8 \frac{V^2}{R} \quad (\text{VII.24})$$

Pentru vehiculele care circulă cu viteza (V), egală cu viteza (v_{med}), încărcarea celor două fire de șină este egală.

Când ($V > v_{med}$) se produce o supraîncărcare a firului exterior ($E_e > E_i$), iar când ($V < v_{med}$) se produce o supraîncărcare a firului interior ($E_e < E_i$).

Supraînălțarea la care încărcarea celor două fire de șină provocată de un vehicul, care circulă cu viteza V , este egală, poartă numele de supraînălțare teoretică:

$$h_t = 11,8 \frac{V^2}{R} \quad (\text{VII.25})$$

Considerând că supraînălțarea efectivă (cea care se execută pe teren) este :

$$h_{ef} = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R}$$

în cazul vehiculelor care circulă cu o viteză ($V_1 > v_{med}$), va exista o lipsă de supraînălțare dată de relația :

$$\Delta h_1 = 11,8 \frac{V_1^2}{R} - 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} \quad (\text{VII.26 a})$$

iar în cazul vehiculelor care circulă cu ($V_2 < v_{med}$), va exista un exces de supraînălțare :

$$\Delta h_2 = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} - 11,8 \frac{V_2^2}{R} \quad (\text{VII.26 b})$$

VII.3.3. Supraînălțarea determinată de condiția de confort pentru călători

Se mențin aproximațiile făcute în paragraful anterior.

Asupra unui călător (fig.VII.17) acționează accelerația gra-

vitațională (g), și accelerația centrifugă ($\frac{v^2}{R}$)

Accelerația rezultantă care acționează paralel cu planul de rulare este :

$$\delta = \frac{v^2}{R} \cos \alpha - g \sin \alpha \quad (\text{VII.27})$$

Deoarece: $\cos \alpha \approx 1$

$$\sin \alpha = \frac{h}{e_{cs}}, \quad \delta = \frac{v^2}{R} - g \frac{h}{e_{cs}} \quad (\text{VII.28})$$

$$\text{- Când: } \frac{v^2}{R} = g \frac{h}{e_{cs}} \quad (\text{VII.29})$$

asupra călătorului nu acționează accelerația dirijată paralel cu planul de rulare.

$$\text{- Când: } \frac{v^2}{R} > g \frac{h}{e_{cs}},$$

asupra călătorului acționează o accelerație,

$$\delta_1 = \frac{v^2}{R} - g \frac{h}{e_{cs}} \quad (\text{VII.30})$$

paralelă cu planul de rulare și dirijată spre exteriorul curbei ;

$$\text{- Când: } \frac{v^2}{R} < g \frac{h}{e_{cs}},$$

asupra călătorului acționează o accelerație,

$$\delta_2 = g \frac{h}{e_{cs}} - \frac{v^2}{R} \quad (\text{VII.31})$$

paralelă cu planul de rulare și dirijată spre interiorul curbei.

Cu cât accelerațiile necompensate δ_1 și δ_2 sînt mai mici cu atît confortul călătorilor la trecerile prin curbă, este mai ridicat. De aceea valorile δ_1 și δ_2 se limitează.

De regulă trenurile pentru călători circulă cu viteze mai mari decît celelalte trenuri, respectiv, se poate presupune că

$v_{\text{călători}} > v_{\text{med}}$; deci pentru aceste trenuri există o lipsă de supraînălțare, iar accelerația necompensată este dirijată spre exteriorul curbei;

$$(\delta_1)_{\text{max}} = \frac{v_{\text{max}}^2}{R} - g \frac{h_{\text{ef}}}{e_{cs}} \quad (\text{VII.32})$$

Accelerația transversală necompensată, dirijată spre interiorul

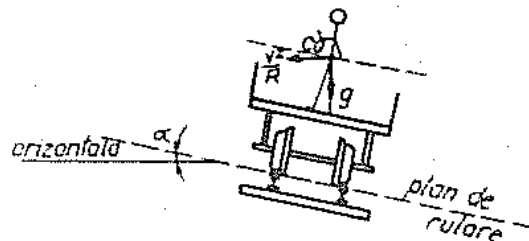


Fig.VII.17. Accelerațiile care acționează asupra călătorului în curbă

curbei, are valoarea maximă;

$$(\gamma_2)_{\max} = -\frac{v_{\min}^2}{R} + g \frac{h_{ef}}{2e_{cs}} \quad (\text{VII.32})$$

Deoarece în cazul în care se dezvoltă accelerația spre interior (γ_2) este un caz de excepție, la trecerea garniturilor de călători prin curbă, este normal ca limita admisă pentru accelerația necompensată dirijată spre interiorul curbei, să fie mai mare decât limita admisă pentru accelerația dirijată spre exteriorul curbei :

$$(\gamma_2)_{adm} > (\gamma_1)_{adm}$$

Se poate scrie :

$$g \frac{v_{\max}^2}{R} - g \frac{h_{ef}}{e_{cs}} \leq (\gamma_1)_{adm} \quad (\text{VII.33})$$

și :

$$g \frac{h_{ef}}{e_{cs}} - \frac{v_{\min}^2}{R} \leq (\gamma_2)_{adm} \quad (\text{VII.34})$$

Din condiția (VII.33) rezultă :

$$h_{ef} > \frac{e_{cs}}{g} \cdot \frac{v_{\max}^2}{R} - \frac{e_{cs}}{g} (\gamma_1)_{adm} \quad (\text{VII.35})$$

Iar din condiția (VII.34) rezultă :

$$h_{ef} \leq -\frac{e_{cs} v_{\min}^2}{gR} + \frac{e_{cs}}{g} (\gamma_2)_{adm} \quad (\text{VII.36})$$

Deci, condiția de confort pentru călători, limitează atât valoarea minimă cât și valoarea maximă a supraînălțării efective.

La C.F.R. : $(\gamma_1)_{adm} = 0,60 \text{ m/s}^2$ și

$$(\gamma_2)_{adm} = 0,98 \text{ m/s}^2$$

Cu aceste valori, rezultă din relația (VII.35) :

$$h_{ef} \geq \frac{e_{cs} \cdot v_{\max}^2}{gR} - 90 \quad [\text{mm}] \quad (\text{VII.37})$$

Introducând viteza în (km/h) și raza curbei în (m), relația (VII.37) devine :

$$h_{ef} \geq 11,8 \frac{v_{\max}^2}{R} - 90 \quad [\text{mm}] \quad (\text{VII.38})$$

Lipsa maximă de supraînălțare admisă la CFR este deci de 90 mm; aceasta pentru curbe cu $R \geq 300 \text{ m}$. Pentru curbe cu $R < 300 \text{ m}$,

lipsa maximă de supraînălțare stabilită empiric, în mm; au formula $(40 + \frac{R}{6})$, unde R este raza curbei introdusă în m; rezultă :

$$h_{ef} \geq 11,8 \frac{v_{max}^2}{R} - (40 + \frac{R}{6}) \quad (VII.39)$$

Supraînălțarea maximă. Valoarea maximă pentru supraînălțare rezultă din condiția (VII.36), pentru cazul când $v_{min} = 0$; și înlocuind celelalte valori se obține :

$$h_{ef} \leq 150 \text{ mm} \quad (VII.40)$$

La stabilirea supraînălțării maxime admise, trebuie avute în vedere, pe lângă condiția de confort și alte aspecte :

- obiectele aflate pe polițe în vagoane să nu lunece la trecerea prin curbă sau la staționarea vehiculului în curbă;
- diferitele instalații de pe vehicule să funcționeze normal.

VII.3.4. Supraînălțarea optimă

Se consideră că supraînălțarea pentru care durata de serviciu a șinelor situate pe firul exterior este egală cu cea a șinelor de pe firul interior (deci uzurile totale ale șinelor de pe cele două fire sînt egale) este supraînălțarea optimă.

Relația (VII.23), determină supraînălțarea care asigură uzuri verticale egale pentru cele două fire de șină, fără a se ține seama de influența: forței de tracțiune (sau frînare); a acțiunii vîntului; a existenței resorturilor și a excentricităților.

VII.3.5. Influența forței de tracțiune asupra valorii supraînălțării căii

Forța de tracțiune are ca efect supraîncărcarea firului interior și descărcarea firului exterior (fig.VII.18). Ca urmare, pentru a face ca uzurile verticale să fie aceleași pe cele două fire, relația (VII.23) trebuie să fie corectată, respectiv supraînălțarea să fie redusă cu o cantitate h_1 .

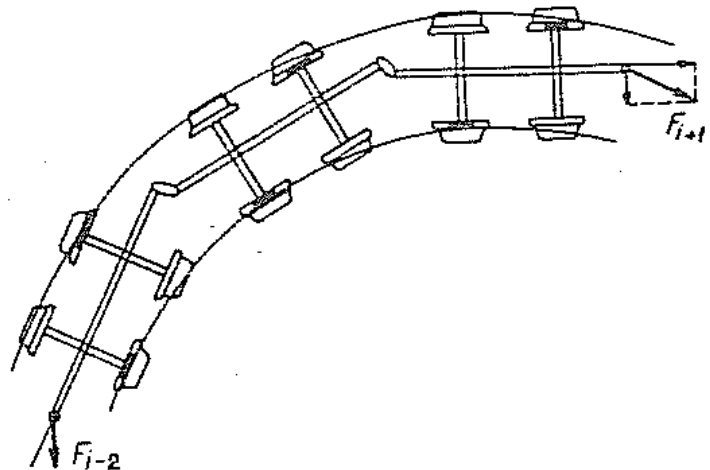


Fig.VII.18. Poziția convoinului în curbă

Relația (VII.23) devine :

$$h = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} - h_1 \quad (VII.41)$$

VII.3.6. Influența vântului asupra valorii supraînălțării căii

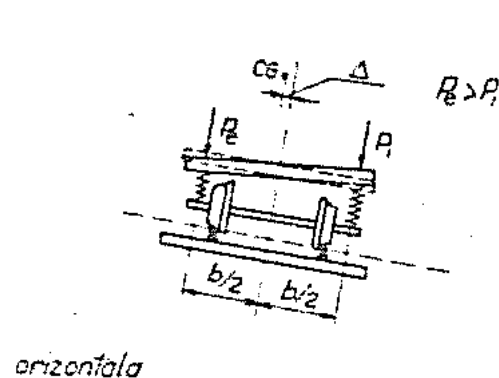
Dacă vântul are o direcție și un sens predominant, trebuie să se țină seama de efectul lui asupra uzurii verticale a șinelor. Considerând că vântul acționează spre exteriorul curbei dacă supraînălțarea curbei s-ar calcula cu relația (VII.41), șina exterioară ar fi încărcată mai mult și deci uzată mai mult; pentru ca uzurile verticale ale celor două fire de șine să fie egale, relația (VII.41) ar trebui să fie majorată, respectiv, pentru celălalt sens de acțiune a vântului, să fie micșorată.

Relația (VII.41) devine deci :

$$h = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} - h_1 \pm h_2 \quad (VII.42)$$

VII.3.7. Influența existenței resorturilor și a excentricității asupra valorii supraînălțării căii

Pentru a evidenția influența acestora, se presupune că încărcătura are o excentricitate (Δ) spre exteriorul curbei (fig.VII.19)



Datorită acestora forțele care se transmit prin resorturi nu sînt egale; prin resortul din spre exteriorul curbei se transmite o forță mai mare, deci acest resort va fi comprimat mai mult, provocînd rotirea platformei vehiculului, în raport cu planul de rulare.

Dacă nu ar exista resorturile, datorită excentricității (Δ), roata din exterior s-ar supraîncărca cu o cantitate determinată (fig.VII.19); prin faptul că există resorturi între platforma vehiculului și oala montată, cantitatea cu care se supraîncarcă roata din exterior, crește și mai mult.

Pentru a face ca cele două fire de șină să fie la fel de încărcate, este necesar ca la supraînălțarea determinată cu relația (VII.42) să se adauge un spor de supraînălțare (pentru cazul din fig.VII.19), respectiv pentru excentricități spre interiorul curbei, să se micșoreze supraînălțătoarea.

Relația (VII.42) devine:

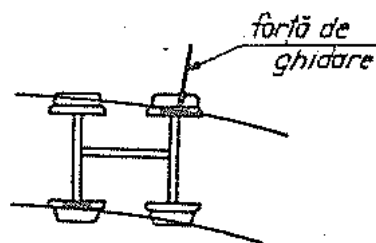
$$h = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} - h_1 \pm h_2 \pm h_3 \quad (VII.43)$$

Datorită diversității vehiculelor, calculul exact al mărimilor h_1 , h_2 , h_3 este foarte dificil.

Stabilirea supraînălțării optime

Relația (VII.43) asigură uzuri verticale egale, dar nu asigură egalitatea uzurilor totale pentru cele două fire de șine.

Stabilirea lărgimii căii în curbă s-a făcut astfel încît baza rigidă preponderentă să se înscrie în curbă cu osia din urmă în poziție radială. În aceste condiții, supraînălțarea este egală cu cea teoretică, cînd forța de ghidare de la osia din față, aplicată la roata exterioară, tinde către un minim. Acestui minim îi corespunde și o uzură laterală minimă la firul exterior (fig.VII.20). În același timp la șina din interior, pentru baza rigidă preponderentă nu există forță de ghidare, respectiv nu există uzură laterală.



Rezultă că, dacă supraînălțarea se calculează cu relația (VII.43), care pentru baza rigidă preponderentă este o supraînălțare teoretică, uzurile laterale la cele două fire de

șine sînt diferite. Uzura laterală va fi mai mare la firul exterior, unde acționează forța de ghidare (fig.VII.20).

Uzurile verticale fiind egale, uzura totală a șinelor de pe firul exterior va fi mai mare decît uzura totală a șinelor de pe firul interior. Pentru ca aceste uzuri să fie egale (ambele fire de șine să aibă aceeași durată de serviciu), este necesar ca supraînălțarea efectivă să fie sporită, deci relația (VII.43) devine :

$$h = 11,8 \frac{v_{med}^2}{R} - h_1 \pm h_2 \pm h_3 \pm h_4 \quad (VII.44)$$

Din observațiile efectuate, se apreciază ca suma $(-h_1 \pm h_2 \pm h_3 \pm h_4)$, variază între 20 și 30 mm.

Datorită dificultăților ce apar la calculul acestor valori, majoritatea administrațiilor de cale ferată, între care și CFR, determină supraînălțarea pornind de la condiția ca uzurile verticale ale celor două fire de șine să fie egale, neglijîndu-se efectul forței de tracțiune (de frînare), vîntului, resorturilor și al excentricităților, respectiv se utilizează relația (VII.23).

VII.3. Determinarea supraînălțării căii la CPR

Dacă diferența între viteza trenului cel mai rapid și viteza trenului cel mai încet, nu depășește 30 km/h, se consideră că pe curba respectivă, circulația este o circulație normală. Pentru calculul supraînălțării efective se consideră că viteza medie este :

$$V_{med} \sim 0,82 V_{max} \quad (VII.45)$$

Relația (VII.23), devine :

$$h_n = 11,8 \frac{(0,82 V_{max})^2}{R} \simeq 8 \cdot \frac{V_{max}^2}{R} \quad (VII.46)$$

Supraînălțarea calculată cu această relație este limitată superior la valoarea $h_{max} = 150$ mm.

Cînd diferența între viteza trenului cel mai rapid și viteza trenului cel mai încet depășește 30 km/h, circulația pe linia respectivă nu mai este o circulație normală. În acest caz, viteza medie se determină cu relația :

$$V_{med} = \sqrt{\frac{n_1 V_1^2 + n_2 V_2^2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}} \quad (VII.47)$$

Iar supraînălțarea medie se calculează cu relația :

$$h_{med} = 11,8 \frac{V_{med}^2}{R} \quad (VII.48)$$

Se determină și supraînălțarea normală (h_n) cu relația (VII.16), iar supraînălțarea efectivă se alege astfel :

- a) $0,75 h_n < h_{med} < 1,25 h_n$, $h_{ef} = h_{med}$
- b) $h_{med} \geq 1,25 h_n$, $h_{ef} = 1,25 h_n$
- c) $h_{med} < 0,75 h_n$, $h_{ef} = 0,75 h_n$ (VII.49)

Si pentru această circulație ($\Delta V \geq 30$ km/h), trebuie respectată relația (VII.40).

Nu se permite ca în cuprinsul curbei nivelul firului interior să fie peste nivelul firului exterior.

În condițiile grele de traseu, cînd nu se pot realiza supraînălțările determinate cu relațiile (VII.46) și (VII.49), se adoptă supraînălțările minime calculate cu relațiile (VII.38) și (VII.39).

Supraînălțările minime se aplică obligatoriu în următoarele cazuri :

- în curbele situate pe liniile directe din stații pe care circulă și trenuri fără oprire în stație;

- în curbele dintre semnalele de acoperire ale unei stații, în care opresc toate trenurile;
- în curbele din dreptul haltelor din linie curentă unde opresc trenurile de călători.

Nu se execută supraînălțarea:

- în curbe cu raza mare ce racordează liniile paralele dinaintea stațiilor sau lucrărilor de artă;
- în curbele schimbătoare de cale;
- în curbele situate pe liniile de garare, din stații, pe care se circulă cu cel mult 40 km/h.

VII.3.9. Rampa supraînălțării

Trecerea de la supraînălțarea zero, din aliniament, la supraînălțarea h_{ef} , din cuprinsul curbei circulare, se realizează pe o anumită lungime, care poartă numele de rampa supraînălțării.

Când curba circulară este fără racordări la capete, rampa supraînălțării se desfășoară în aliniamentele de la capetele curbei astfel încât la începutul și sfârșitul curbei circulare să se realizeze h_{ef} .

Dacă există curbe de racordare, de o parte și de alta a curbei circulare, de regulă, rampa supraînălțării se desfășoară pe o lungime egală cu lungimea curbei de racordare.

La CFR, când viteza de circulație maximă este sub 120 km/h, se folosesc rampe liniare pentru variația supraînălțării (fig.VII.21); când viteza este mai mare de 120 km/h, se folosesc rampe în "S" (fig.VII.22).

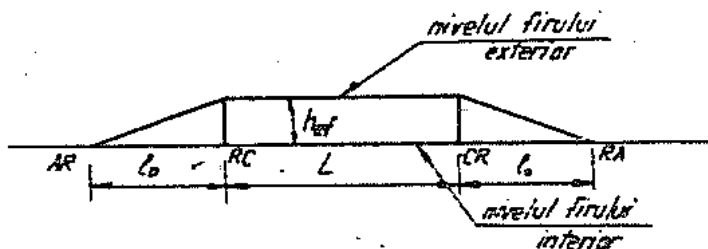


Fig.VII.21. Diagrama supraînălțării cu rampe liniare

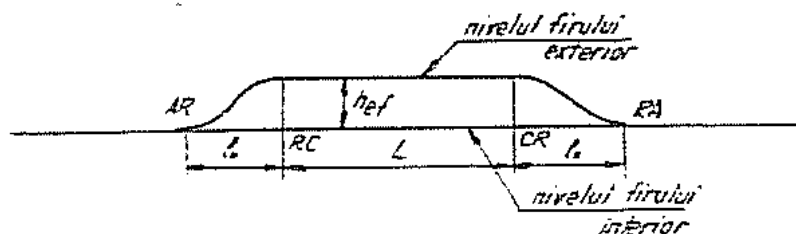


Fig.VII.22. Diagrama supraînălțării cu rampe în "S"

Rampele în "S" se mai folosesc și când lungimea curbei circulare este mică, respectiv, când, după introducerea racordărilor, rămâne din curbă o porțiune circulară sub 20 m lungime.

La stabilirea lungimii rampei supraînălțării (l_0), se țin seama, în principal, de următoarele condiții:

- înlăturarea pericolului de deraiere pentru vehiculul situat pe rampa supraînălțării;
- limitarea vitezei de ridicare a roții de pe firul exterior.

Înlăturarea pericolului de deraiere pentru vehiculul situat pe rampa supraînălțării. Se consideră un vehicul cu două osii situat la începutul rampei liniare (fig.VII.23).

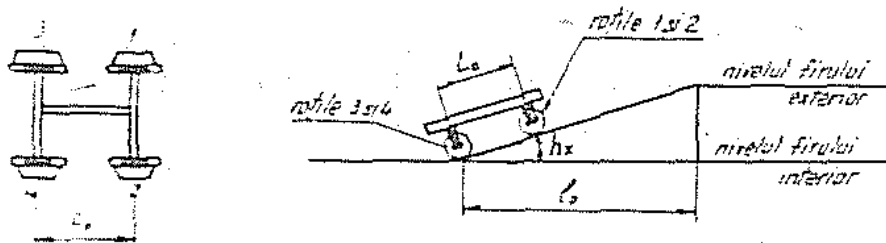


Fig.VII.23. Poziția vehiculului pe rampa supraînălțării

Dacă nu ar exista posibilitatea ca osiile să se rotească una față de alta, în plan vertical, roata 2 ar rămâne suspendată în aer.

Această ridicare nu este periculoasă atâta timp cât rămâne, ca valoare, inferioară înălțimii buzei bandajului.

Deci, cantitatea cu care se ridică roata 2 este în funcție de înclinarea rampei liniare a supraînălțării și de mărimea bazei rigide a vehiculului.

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha = \frac{h_x}{L_0} \quad (\text{VII.50})$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h_{ef}}{l_0} \quad (\text{VII.51})$$

Din cele două relații, rezultă :

$$h_x = h_{ef} \frac{L_0}{l_0}, \text{ sau} \quad (\text{VII.52})$$

$$\text{notînd: } \frac{h_{ef}}{l_0} = 1, \text{ rezultă: } h_x = L_0 \cdot 1 \quad (\text{VII.53})$$

În realitate, există o oarecare posibilitate de rotire, în plan vertical, a osiei din față în raport cu osia din spate. De aceea, prin limitarea ridicării efective a roții 2 în raport cu înălțimea buzei bandajului se limitează valoarea înclinării rampei liniare:

$$i_{ef} \leq i_{adm} \quad (VII.54)$$

Valorile pentru care se evită deraierea sînt :

$$i_{adm} = \frac{1}{400}$$

$$(i_{adm})_{max} = \frac{1}{300} \quad (VII.55)$$

Corespunzător acestor valori, se obțin:

$$\frac{h_{ef}}{l_0} \leq \frac{1}{400} \quad l_0 \geq 400 h_{ef} \quad (VII.56)$$

$$\frac{h_{ef}}{(l_0)_{min}} \leq \frac{1}{300} \quad (l_0)_{min} \geq 300 h_{ef}$$

Pentru a obține valorile lui (l_0) , în m, h_{ef} introducîndu-se în mm, relațiile (VII.55) devin :

$$l_0 \geq 0,4 h_{ef}$$

$$(l_0)_{min} \geq 0,3 h_{ef} \quad (VII.57)$$

Limitarea vitezei de ridicare a roții de pe firul exterior

Dacă lungimea rampei supraînălțării ar fi prea mică, urcarea roții ar fi însoțită de un șoc. Pentru diminuarea acestuia, se limitează valoarea de ridicare a roții de pe firul exterior (V_V).

$$V_V = \frac{dh}{dt} = \frac{dh}{dl} \frac{dl}{dt} = \frac{dh}{dl} \cdot V = i \cdot V \quad (VII.58)$$

Valorile limită pentru viteza de ridicare sînt:

$$(V_V)_{adm} = \left(\frac{1}{4} \dots \frac{1}{10} \right) \quad (VII.59)$$

La CFR, pentru rampa liniară :

$$(V_V)_{adm} \leq \frac{1}{10} \quad (VII.60)$$

Se obține:

$$\frac{h_{ef}}{l_0} \cdot V \leq \frac{1}{10}, \quad l_0 \geq 10 h_{ef} \cdot V \quad [mm] \quad \text{sau,}$$

$$l_0 \geq 0,01 h_{ef} \cdot V \quad (m) \quad (VII.61)$$

(h_{ef} se introduce în mm și viteza în km/h).

Ca valoare limită pentru viteza de ridicare se consideră

$$\left(\frac{1}{6}\right) \text{ km/h, deci } (\ell)_{\min} \geq 0,006 h_{ef} \cdot V \text{ [m]} \quad (\text{VII.62})$$

În ceea ce privește rampa supraînălțării în "S", ea se realizează din două arce de parabolă de gradul 2 (fig.VII.24).

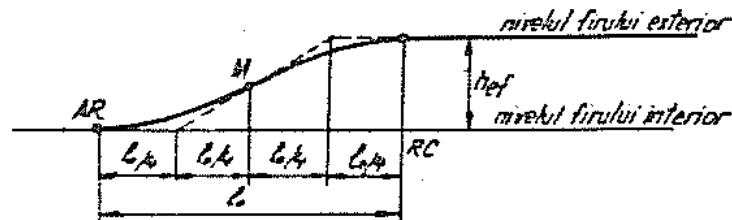


Fig.VII.24. Rampa supraînălțării în "S"

Inclinarea maximă a rampei supraînălțării în "S" este punctul M și are, ca valoare :

$$i_M = \frac{h_{ef}}{2\left(\frac{\ell}{4}\right)}, \quad i_M = \frac{2h_{ef}}{\ell} \quad (\text{VII.63})$$

În punctele AR și RC, parabolele au tangente orizontale.

Dacă se aplică relațiile (VII.55) și (VII.59) în punctul M (fig.VII.24), se obțin lungimile rampei supraînălțării în "S". Astfel :

- Condiția de deraiere :

$$i_M \leq \frac{1}{400}, \quad \frac{2h_{ef}}{\ell} \leq \frac{1}{400}$$

de unde rezultă:

$$\ell \geq 0,8 h_{ef} \text{ [m]} \quad (\text{VII.64})$$

și

$$i_M \leq \frac{1}{300}, \quad \left(\frac{2h_{ef}}{\ell}\right)_{\min} \leq \frac{1}{300}$$

de unde rezultă:

$$(\ell)_{\min} \geq 0,6 h_{ef} \text{ [m]} \quad (\text{VII.65})$$

- Condiția de limitare a vitezei de ridicare. Deoarece viteza maximă de ridicare se realizează într-un singur punct (M) valoarea admisibilă a vitezei de ridicare se ia $\frac{1}{4}$ km/h

$$i_M \cdot V \leq \frac{1}{4}, \quad \frac{2h_{ef}}{\ell} \cdot V \leq \frac{1}{4}$$

de unde rezultă :

$$l_0 \geq 0,008 h_{ef} \cdot V \quad [m] \quad (VII.66)$$

Deoarece rampa supraînălțării în "S" se aplică pentru viteze egale sau mai mari de 120 km/h, lungimea rampei supraînălțării este determinată de condiția de limitare a vitezei de ridicare, deci :

$$l_0 \geq 0,008 h_{ef} \cdot V_{max} \quad [m] \quad (VII.67)$$

VII.3.10. Viteza maximă de circulație în cuprinsul curbei circulare

Pentru determinarea supraînălțării (h_{ef}) și a lungimii rampei supraînălțării (l_0), trebuie cunoscută și viteza maximă de circulație prin curbă (V_{max}).

Viteza maximă de circulație se stabilește ținând seama de mai mulți factori:

- viteza maximă admisă de materialul rulant, numită și viteza de construcție;
- viteza maximă admisă pe panta determinată din condiția ca trenul să poată fi oprit pe distanța de 700 m, numită și viteza limitativă pe pante;
- viteza maximă admisă de starea căii;
- viteza maximă admisă de curbele situate pe traseu;

La calculul elementelor curbelor se utilizează valoarea minimă, dintre valorile vitezelor maxime de mai sus.

Determinarea vitezei maxime de circulație prin curba circulară se face ținând seama de condiția de confort pentru călători ($\gamma_1 \leq 0,6 \text{ m/s}^2$).

Se obține (din relația VII.32) :

$$\frac{v_{max}^2}{R} - g \frac{h_{ef}}{e_{cs}} \leq 0,6$$

$$v_{max} = \sqrt{R(0,6 + g \frac{h_{ef}}{e_{cs}})} \quad (VII.68)$$

sau:

$$V_{max} = 3,6 \sqrt{R(0,6 + 0,00655 h_{ef})} \quad [km/h] \quad (VII.69)$$

unde R se introduce în m și h_{ef} în mm .

Deci, viteza maximă de circulație prin curbă se obține când curba respectivă se construiește cu supraînălțare maximă admisă. Această viteză se numește viteză plafon (V_p); pentru $h_{max} = 150 \text{ mm}$, se obține :

$$V_p = 4,5 \sqrt{R} \quad [km/h] \quad (VII.70)$$

unde R se introduce în m .

La CPR, luându-se în considerare o anumită acoperire s-a admis:

$$V_p = 4,25 \sqrt{R} \quad [km/h] \quad (VII.71)$$

În prezent se propune acceptarea unei accelerații necompensate () de $0,65 m/s^2$ (în loc de $0,60 m/s^2$), respectiv a unei lipse de supraînălțare admise de $100 mm$ (în loc de $90 mm$). Cu aceste noi valori viteza plafon se calculează cu relația :

$$V_p = 4,6 \sqrt{R} \quad [km/h] \quad (XII.72)$$

Intr-o curbă fără supraînălțare, viteza maximă rezultă din relația (VII.69) în care $h_{ef} = 0$

$$V_{max} = 3,6 \sqrt{R \cdot 0,6}, \quad [km/h]$$

sau:

$$V_{max} \approx 2,8 \sqrt{R} \quad [km/h] \quad (VII.73)$$

în care R se introduce în m .

Formulele stabilite anterior se referă la circulația vehiculelor în cuprinsul curbei circulare, neținându-se seama de posibilele restricții la intrarea în curbă și de existența, sau lipsa, curbei de racordare.

VII.3.11. Viteza maximă de circulație la intrarea sau ieșirea din curbă

Viteza maximă de circulație stabilită cu relația (VII.69) are la bază accelerația necompensată care acționează asupra călătorului și care trebuie să nu depășească valoarea de $0,6 m/s^2$.

La intrarea și ieșirea vehiculului dintr-o curbă fără racordare la capete se produce o variație bruscă a accelerației transversale numită și smucire, a cărei valoare este limitată, din considerente de confort, la $0,65 m/s^2$.

Se consideră ansamblul din aliniament-curbă din fig.VII.25.

Rampa supraînălțării se desfășoară în aliniament pe lungimea l_0 . Supraînălțarea efectivă a curbei circulare este h_{ef} , iar viteza maximă de circulație pe curba arc de cerc este v_{max} .

Asupra vehiculului situat înaintea punctului IR (conside-

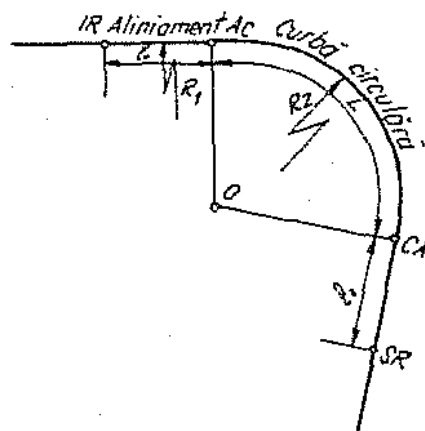


Fig.VII.25. Ansamblul aliniament-curbă

rînd sensul de înaintare de la stînga la dreapta) și după punctul SR, nu acționează accelerația transversală. Diagrama de variație a acesteia pe ansamblul aliniament-curbă este prezentată în fig.VII.26;

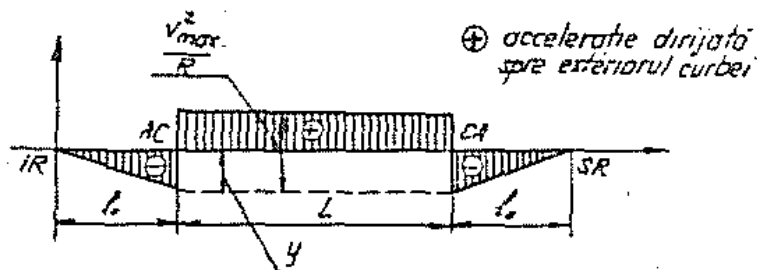


Fig.VII.26. Diagrama de variație a accelerației transversale

valoarea negativă maximă a accelerației transversale (y) se obține la extremitățile rampelor liniare (punctele AC și CA) și este :

$$y = g \cdot \frac{h_{ef}}{e_{cs}}$$

În punctul de intrare în curbă (AC), apare brusc accelerația centrifugă $\frac{v_{max}^2}{R}$; prin limitarea acesteia rezultă :

$$\frac{v_{max}^2}{R} \leq 0,65 \text{ m/s}^2 \quad (\text{VII.74})$$

Ținîndu-se seama de relația (VII.74), se obține :

$$v_{max} = 3,6 \sqrt{0,65 R} = 2,9 \sqrt{R}, \text{ [km/h]} \quad (\text{VII.75})$$

Dacă supraînălțarea din curbă este zero, variația bruscă a accelerației în punctul AC are aceeași valoare ca și în cazul cînd există supraînălțare.

În ambele cazuri, din condiția de amucire, viteza maximă de circulație se calculează cu relația (VII.75).

Pentru a face posibilă circulația cu viteza obținută din relația (VII.71), trebuie evitată apariția bruscă a accelerației centrifuge la începutul curbei circulare, respectiv este necesară introducerea curbelor de racordare între aliniament și curba circulară.

VII.4. Curbe de racordare

VII.4.1. Generalități

Curbele de racordare se prevăd cu scopul de a asigura un mers liniștit al vehiculelor la trecerea lor din aliniament în curbe circulare. Mersul liniștit se realizează când pe parcursul curbei de racordare se asigură o variație continuă a forței centrifuge de la valoarea zero (corespunzătoare aliniamentului) la valoarea constantă din cuprinsul curbei circulare și când celelalte forțe sau momente (respectiv accelerații sau accelerației unghinare), care se dezvoltă în cuprinsul curbei circulare, nu apar sau dispar brusc.

La studiul rampei supraînălțări s-a arătat că lungimea acesteia se ia egală cu lungimea curbei de racordare. Afirmatia își are explicația prin relația ce există între supraînălțarea teoretică din cuprinsul curbei de racordare (h) și raza de curbura (ρ) într-un punct oarecare al acesteia :

$$h = \frac{e_{ca}}{g} \cdot \frac{1}{\rho} \cdot v^2 \quad (\text{VII.76})$$

4.2. Condiții generale pe care trebuie să le îndeplinească curbele de racordare

Curbele de racordare sînt curbe în spațiu (fig.VII.27).

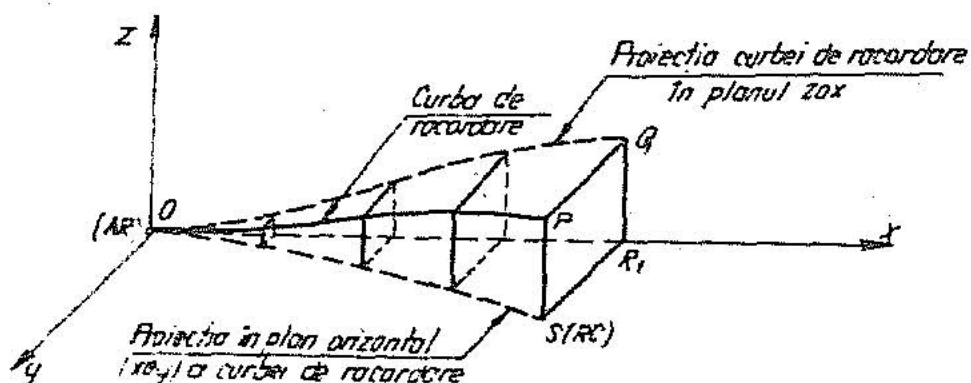


Fig.VII.27. Reprezentarea în spațiu a curbei de racordare

Pentru simplificarea calculului, studiul curbei de racordare se face analizând proiecția acesteia în planul xoy.

Elementele curbei de racordare - cuprinsă între punctele AR și RC - sînt prezentate în fig.VII.28.

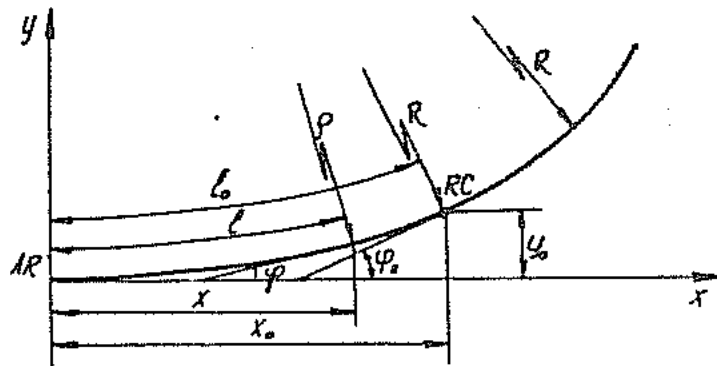


Fig.VII.28. Elementele curbei de racordare

Pentru ca forța centrifugă să nu apară brusc în punctul AR, (punctul comun aliniamentului și curbei de racordare) trebuie respectate condițiile :

$$y_{x=0} = 0 \quad (\text{punct comun})$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = 0 \quad (\text{tangentă comună}) \quad (\text{VII.77})$$

$$\frac{1}{\rho} = 0 \quad (\text{aceeași curbura}).$$

În punctul RC (punct comun curbei de racordare și curbei circulare) forța centrifugă trebuie să fie egală cu forța centrifugă corespunzătoare curbei cu rază constantă. Trebuie deci, respectate condițiile :

$$(y)_{x=x_0} = y_0 \quad (\text{punct comun})$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=x_0} = \text{tg } \varphi_0 \quad (\text{tangentă comună}) \quad (\text{VII.78})$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \quad (\text{aceeași curbura})$$

Între punctele AR și RC variația forței centrifuge (F_c) trebuie să fie continuă și monotonă (crescătoare), de la valoarea zero, în aliniament, la valoarea :

$$F_c = \frac{mv^2}{R}, \quad (\text{VII.79})$$

din cuprinsul curbei circulare. Această condiție este îndeplinită dacă, între cele două puncte, curbura are

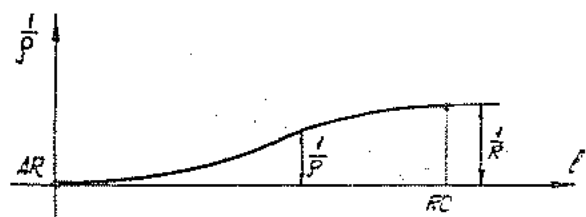


Fig.VII.29. Curbura în lungul curbei de racordare

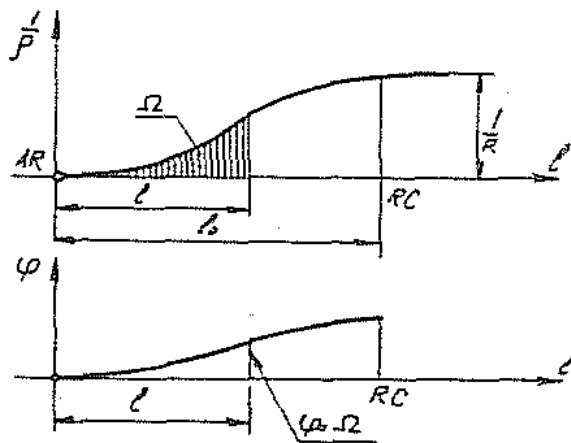
o variație continuă și monotonă (crescătoare), ca în fig.VII.29.

Ținându-se seama de relație de legătură dintre arcul dl , unghiul $d\varphi$ și raza de curbă (ρ), se poate scrie (fig.VII.31) :

$$\begin{aligned} \text{sau:} \quad d\varphi &= \frac{dl}{\rho} , \\ \varphi &= \int_0^l \left(\frac{1}{\rho}\right) dl \quad (\text{VII.80}) \end{aligned}$$

Deci, unghiul φ corespunzător punctului M din fig.VII.31, este egal cu suprafața limitată de curbă $\frac{1}{\rho} = f(l)$, de axa absciselor Ol , de ordonata ridicată în dreptul abscisei l și punctul AR (fig.VII.30). Deoarece odată cu creșterea abscisei l crește și această suprafață, rezultă că funcția φ este tot o funcție continuă și monotonă între punctele AR și RC.

Fig.VII.30. Diagramele curburii și a unghiului φ .



Ordonata în punctul M (fig.VII.31), rezultă astfel :

$$dy = dl \sin \varphi ,$$

$$y = \int (\sin \varphi) dl \quad (\text{VII.81})$$

Ordonata y este deci, egală cu suprafața cuprinsă între curba $\sin \varphi = f(l)$, axa absciselor Ol , ordonata ridicată în punctul de abscisă l și punctul AR (fig.VII.32).

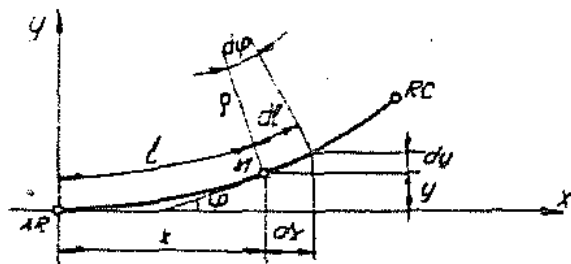


Fig.VII.31. Curba de recordare în plan

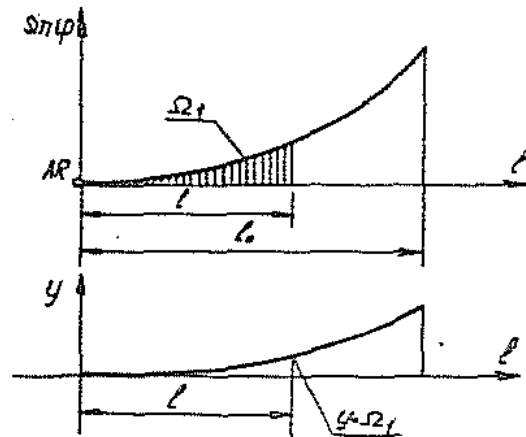


Fig.VII.32. Diagramele funcției $\sin \varphi$ și a ordonatelor

Similar funcției φ și funcției y este continuă și monotonă (crescătoare) în raport cu arcul (ℓ).

Asemănător se poate arăta că și abscisa (x) este o funcție continuă și monotonă, în raport cu arcul (ℓ).

La rampa liniară a supraînălțării, roata de pe firul exterior, la intrarea sau ieșirea din curba de racordare, provoacă forțe de lovire asupra șinei (fig.VII.33).

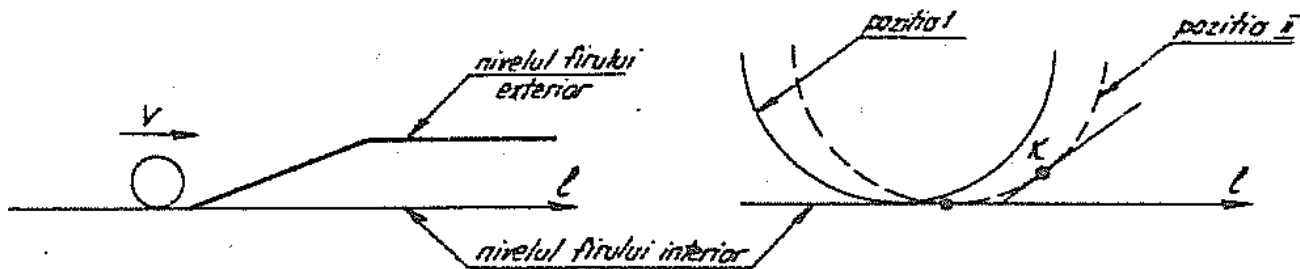


Fig.VII.33. Poziția primului punct de contact dintre roată și fața de rulare a șinei de pe firul exterior al curbei

În punctul K (fig.VII.33) se produce o ciocnire între banda și fața de rulare a șinei. Ciocnirea se poate elimina dacă la începutul și sfârșitul curbei este îndeplinită condiția :

$$\frac{dh}{d\ell} = 0 \quad (\text{VII.82})$$

Ținând seama de relația (VII.76), se poate scrie :

$$\frac{dh}{d\ell} = \frac{d}{d\ell} \left(\frac{e \cos \alpha}{g} \cdot \frac{1}{\rho} \cdot v^2 \right) = \frac{e \cos \alpha}{g} \cdot v^2 \cdot \frac{d}{d\ell} \left(\frac{1}{\rho} \right) \quad (\text{VII.83})$$

sau:

$$\frac{dC}{d\ell} = 0 \quad (\text{VII.83})$$

unde: $C = \frac{1}{\rho}$ reprezintă curbura.

Forța de inerție corespunzătoare accelerației de ridicare pe verticală trebuie să nu apară brusc. Aceasta se realizează când în punctul AR și RC accelerația de ridicare este zero, iar pe lungimea curbei de racordare valorile ei nu depășesc anumite limite. Drept urmare pentru punctele AR și RC, se poate scrie :

$$\left(\frac{d^2 h}{dt^2} \right)_{\ell=0} = 0 \quad \text{și} \quad \left(\frac{d^2 h}{dt^2} \right)_{\ell=\ell_0} = 0 \quad (\text{VII.84})$$

Accelerația de ridicare pe verticală se poate exprima în funcție de curbura, astfel :

$$\begin{aligned} \left(\frac{d^2h}{dt^2}\right) &= \frac{d}{dt}\left(\frac{dh}{dt}\right) = \frac{d}{dt}\left(\frac{dh}{d\ell} \cdot \frac{d\ell}{dt}\right) = v \cdot \frac{d^2h}{d\ell dt} = v \frac{d}{d\ell}\left(\frac{dh}{dt}\right) = \\ &= v \frac{d}{d\ell}\left(\frac{dh}{d\ell} \cdot \frac{d\ell}{dt}\right) = v^2 \frac{d^2h}{d\ell^2} = v^2 \frac{d^2}{d\ell^2} \left(\frac{g}{g} \cdot v^2 \cdot \frac{1}{\rho}\right) = \frac{g}{g} \cdot v^4 \cdot \frac{d^2C}{d\ell^2} \end{aligned}$$

Pentru punctele AR și RC relația (VII.84) devine :

$$\left(\frac{d^2C}{d\ell^2}\right)_{\ell=0} = 0 \quad \text{și} \quad \left(\frac{d^2C}{d\ell^2}\right)_{\ell=\ell_0} = 0 \quad (\text{VII.85})$$

Condiția ca între AR și RC accelerația de ridicare să nu depășească anumite limite se poate îndeplini prin alegerea corespunzătoare a lungimii curbei de racordare (ℓ_0).

De asemenea, pentru ca pe parcursul curbei de racordare forța de inerție, corespunzătoare accelerației de ridicare pe verticală, să nu prezinte salturi, trebuie ca această accelerație, respectiv curbura, să aibă o variație continuă (nu și monotonă).

În lungul curbei de racordare, vehiculul suferă o rotire în jurul axei sale longitudinale cu unghiul ψ față de orizontală.

Unghiul ψ fiind mic și ținând seama de relația (VII.76), se poate scrie :

$$\psi = \frac{1}{g} \cdot \frac{v^2}{\rho} \quad (\text{VII.86})$$

Momentul care apare în cuprinsul curbei de racordare este legat de accelerația unghiulară ($\frac{d^2\psi}{dt^2}$). Apariția bruscă a momentului este eliminată dacă în punctele AR și RC accelerația unghiulară este zero, iar între ele nu prezintă salturi și are valori limitate. În funcție de curbura, accelerația unghiulară se exprimă astfel:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\psi}{dt^2} &= \frac{d}{dt}\left(\frac{d\psi}{dt}\right) = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\psi}{d\ell} \cdot \frac{d\ell}{dt}\right) = v \frac{d^2\psi}{d\ell dt} = \\ &= v \frac{d}{d\ell}\left(\frac{d\psi}{dt}\right) = v \frac{d}{d\ell}\left(\frac{d\psi}{d\ell} \cdot \frac{d\ell}{dt}\right) = v^2 \frac{d^2\psi}{d\ell^2} \end{aligned}$$

Ținându-se seama de relația (VII.86), se obține :

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} = \frac{1}{g} \cdot v^4 \cdot \frac{d^2C}{d\ell^2} \quad (\text{VII.87})$$

Pentru punctele AR și RC relația (VII.87) devine :

$$\left(\frac{d^2C}{d\ell^2}\right)_{\ell=0} = 0 \quad \text{și} \quad \left(\frac{d^2C}{d\ell^2}\right)_{\ell=\ell_0} = 0 \quad (\text{VII.88})$$

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească elementele curbelor de racordare, sînt sintetizate în tabelul VII.1

Tabelul VII.1

Nr. crt.	Elementul curbei de racordare	Valoarea elementului în punctul		Variația elementului între punctele AR și RC
		AR	RC	
1	y	0	y_0	continuă și monotună
2	φ	0	φ_0	
3	$C = \frac{1}{\rho}$	0	$\frac{1}{R}$	
4	$\frac{dC}{d\ell}$	0	0	continuă
5	$\frac{d^2C}{d\ell^2}$	0	0	

VII.4.3. Stabilirea ecuației curbei de racordare

Condițiile din tabelul VII.1 conduc la un număr nelimitat de curbe de racordare. Găsirea uneia presupune mai multe etape :

1. Se alege expresia :

$$F(\ell) = \frac{d^2C}{d\ell^2} \quad (\text{VII.89})$$

astfel încît să fie satisfăcute condițiile 4 și 5 (tabelul VII.1).

Astfel de funcții pot fi de tip trigonometric sau algebric.

Dintre funcțiile trigonometrice, sinusoida satisface și condițiile 4 și 5 (fig.VII.34). Aceasta trebuie să aibă o singură constantă nedeterminată și care se obține din condiția ca la sfîrșitul curbei de racordare curbura să fie egală cu $1/R$ (condițiile 1 și 2 sînt îndeplinite dacă este satisfăcută cea de-a treia condiție).

În cazul funcțiilor algebrice, se constată

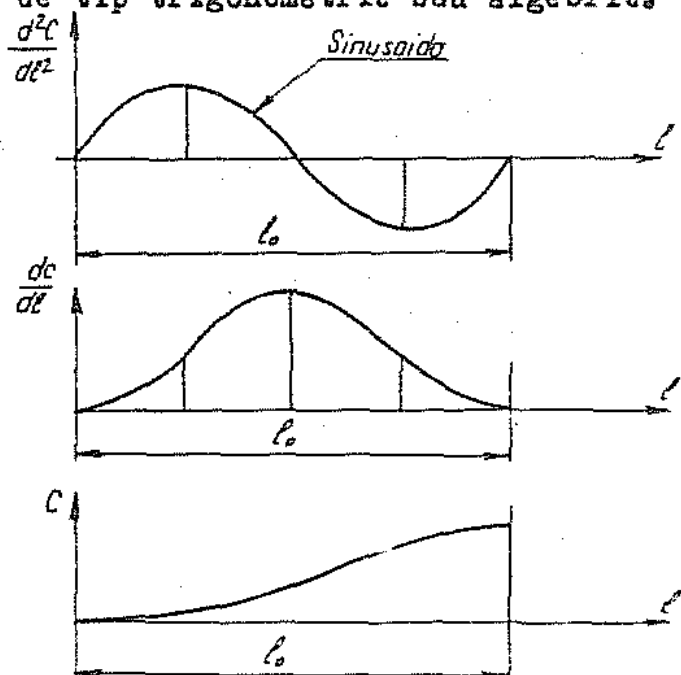


Fig.VII.34. Variația curburii și ale derivatelor acesteia pentru funcția sinusoidală

(grafic) că, pentru a fi îndeplinite condițiile 4 și 5, în diagrama $\frac{d^2c}{dl^2}$ suprafațe pozitivă trebuie să fie egală cu cea negativă (fig. VII.35 a și b).

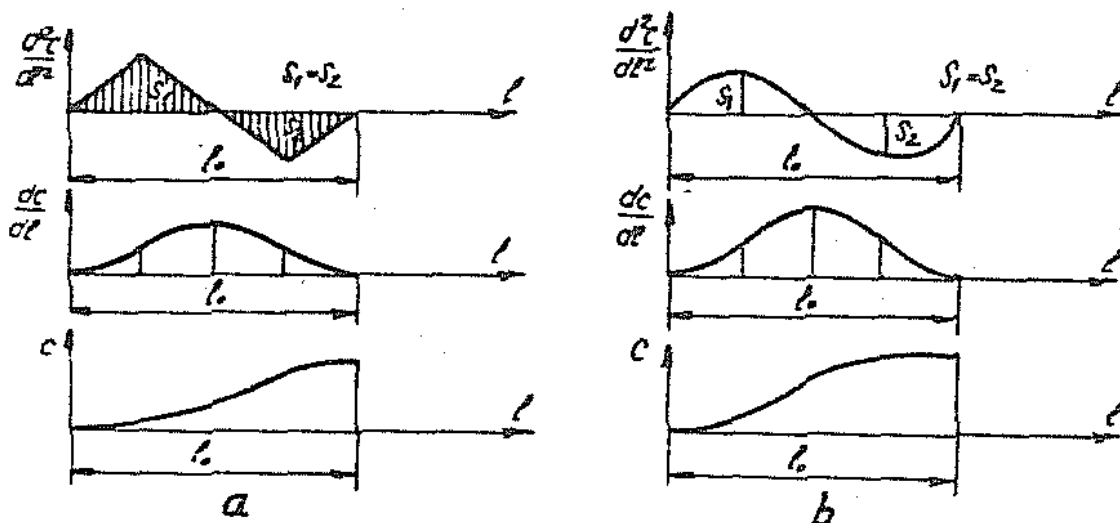


Fig.VII.35. Variația curburii și a derivatelor acesteia pentru funcții algebrice:

- a)- funcție la care curbura este de gradul trei în raport cu arcul ;
- b)- funcție la care curbura este de grad superior în raport cu arcul.

Ca și în cazul anterior, expresiile care definesc funcția $F(l)$, pe diferite intervale, apare practic o singură constantă nedeterminată ce rezultă din condiția ca în punctul de abscisă l_0 , curbura să fie egală cu $1/R$.

2. Se stabilește funcția curburii, pornind de la relația:

$$c = \int_0^l \left(\frac{dc}{dl} \right) dl \quad (\text{VII.90})$$

3. Se determină unghiul φ cu relația (VII.80).

4. Se determină expresiile parametrice pentru ordonata și abscisa curbei de racordare folosind relațiile (Fig.VII.31) :

$$y = \int_0^l (\sin \varphi) dl \quad \text{și} \quad x = \int_0^l (\cos \varphi) dl \quad (\text{VII.91})$$

Aceste expresii sînt folosite la trasarea curbelor de racordare.

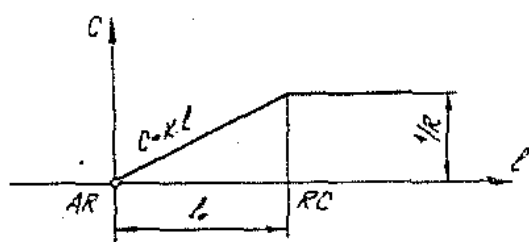
În practică, în general, se utilizează curbe de racordare care îndeplinesc 3 sau 4 condiții (exclusiv cea de a 5-a).

La CFR se folosește parabola cubică, care îndeplinește primele

3 condiții (pentru viteză pînă la 120 km/h) și parabola de gradul IV care satisface primele 4 condiții (utilizată pentru viteze mai mari de 120 km/h).

VII.4.3.1. Stabilirea ecuației curbei de racordare avînd rampa suprasînălțării liniară. Elemente pentru trasarea acestor curbe.

Se alege pentru curbura și pentru suprasînălțare o variație liniară între punctele AR și RC (deci, încă de la început, nu se respectă condiția 4). Expresia curburii se consideră (fig.VII.36):



$$C = K\ell \quad (\text{VII.92})$$

unde:

K reprezintă o constantă nedeterminată.

Din condiția ca în punctul RC curbura să aibe valoarea $1/R$, se obține :

$$K = \frac{1}{R\ell_0}, \text{ deci: } C = \frac{1}{R\ell_0} \cdot \ell \quad (\text{VII.93})$$

Fig.VII.36. Diagrama curburii în cazul clotoidei

Urmînd ordinea prezentată anterior, rezultă : (fig.VII.28) :

$$\begin{aligned} \varphi &= \int_0^\ell C d\ell = \int_0^\ell \frac{1}{R\ell_0} \cdot \ell \cdot d\ell = \frac{\ell^2}{2R\ell_0} \\ x &= \int_0^\ell \cos \varphi d\ell = \int_0^\ell \cos \left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0} \right) d\ell \\ y &= \int_0^\ell \sin \varphi d\ell = \int_0^\ell \sin \left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0} \right) d\ell \end{aligned} \quad (\text{VII.94})$$

Pentru a putea efectua integrarea, expresiile $\cos\left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0}\right)$ și $\sin\left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0}\right)$ se scriu sub formă de șiruri :

$$\begin{aligned} x &= \int_0^\ell \left[1 - \frac{\left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0}\right)^2}{2!} + \frac{\left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0}\right)^4}{4!} - \dots \right] d\ell \\ y &= \int_0^\ell \left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0} - \frac{\left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0}\right)^3}{3!} + \frac{\left(\frac{\ell^2}{2R\ell_0}\right)^5}{5!} - \dots \right) d\ell \end{aligned}$$

sau:

$$\begin{aligned} x &= \ell - \frac{\ell^5}{40 R^2 \ell_0^2} + \frac{\ell^9}{3456 R^4 \ell_0^4} - \dots \\ y &= \frac{\ell^3}{6R\ell_0} - \frac{\ell^7}{336 R^3 \ell_0^3} + \frac{\ell^{11}}{42240 R^5 \ell_0^5} - \dots \end{aligned} \quad (\text{VII.95})$$

Expresiile de mai sus determină curba numită clotoidă (fig. (VII.37)).

Sirurile (VII.95) sînt rapid convergente, deci se pot lua în considerație doar primii trei termeni ai lor.

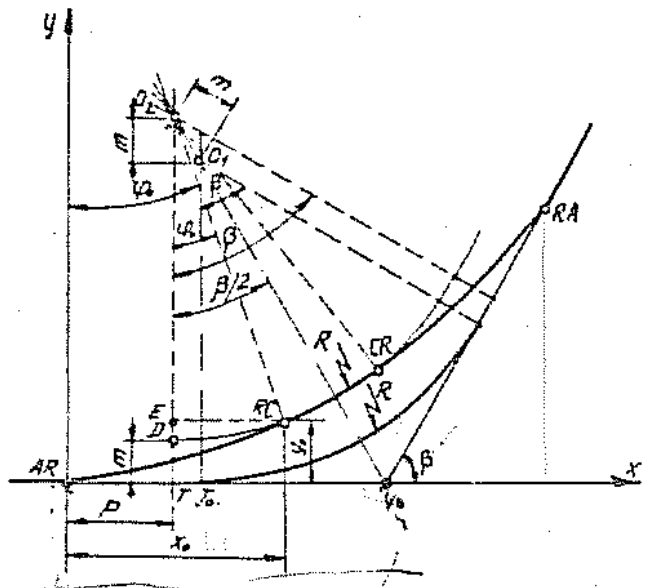


Fig.VII.37. Introducerea curbelor de racordare în cazul în care razele curbelor circulare de pe traseul definitiv și primitiv sînt egale.

Pentru trasarea clotoidii (fig.VII.37) trebuie cunoscute mărimile :

$$m = \overline{DT} \text{ și,}$$

$$p = \overline{OT}, \text{ ale căror expresii sînt (fig.VII.37)}$$

$$m = y_0 - R (1 - \cos \varphi_0), \text{ în care :}$$

$$y_0 = (y) \ell = \ell_0 = \frac{\ell_0^2}{6 R} - \frac{\ell_0^4}{336 R^3} + \frac{\ell_0^6}{42240 R^5} - \dots$$

$$\cos \varphi_0 = (\cos \varphi) \ell = \ell_0 = \cos \frac{\ell_0}{2 R} = 1 - \frac{(\frac{\ell_0}{2 R})^2}{2 !} + \frac{(\frac{\ell_0}{2 R})^4}{4 !} - \dots$$

Se obține :

$$m = \frac{\ell_0^2}{24 R} - \frac{\ell_0^4}{2688 R^3} + \dots \quad (\text{VII.96})$$

Similar, pentru :

$$p = x_0 - R \sin \varphi_0$$

Se obține :

$$p = \frac{l_0^2}{2} - \frac{l_0^3}{240 R^2} + \frac{l_0^5}{34740 R^4} - \dots \quad (\text{VII.97})$$

Distanța $\overline{TT_0}$ se determină cu relația (fig.VII.37)

$$\overline{TT_0} = m \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \left(\frac{l_0^2}{24 R} - \frac{l_0^4}{2688 R^3} + \dots \right) \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (\text{VII.98})$$

Cu aceste relații se determină distanța de la vârful de unghi până la începutul curbei de racordare :

$$\overline{V(AR)} = \overline{VT_0} + \overline{T_0T} + \overline{T(AR)}$$

deci:

$$\begin{aligned} \overline{V(AR)} = & R \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} + \left(\frac{l_0^2}{24 R} - \frac{l_0^4}{2688 R^3} + \dots \right) \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \\ & + \left(\frac{l_0^3}{2} - \frac{l_0^3}{240 R} + \frac{l_0^5}{34740 R^5} - \dots \right) \end{aligned} \quad (\text{VII.99})$$

Un alt mod de introducere al curbei de racordare este prin menținerea centrului curbei circulare și micșorarea razei acestuia cu cantitatea m (fig.VII.38).

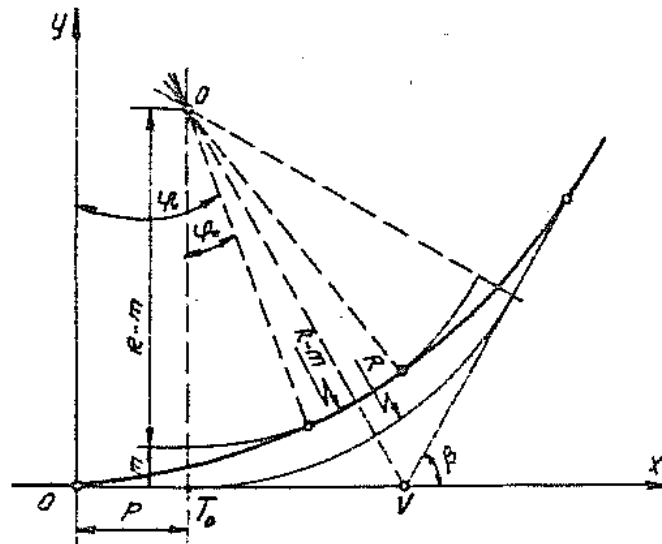


Fig.VII.38. Introducerea curbelor de racordare în cazul în care razele curbelor circulare de pe traseul definitiv și primitiv sînt diferite.

În acest caz, relațiile exacte de calcul (VII.95) devin :

$$\begin{aligned}\varphi &= \frac{\ell^2}{2(R-m)\ell_0} \\ x &= \ell - \frac{\ell^5}{40(R-m)^2\ell_0^2} + \frac{\ell^9}{3456(R-m)^4\ell_0^4} - \dots \\ y &= \frac{\ell^3}{6(R-m)\ell_0} - \frac{\ell^7}{336(R-m)^3\ell_0^3} + \frac{\ell^{11}}{42240(R-m)^5\ell_0^5} - \dots \quad (\text{VII.100}) \\ m &= \frac{\ell_0^2}{24(R-m)} - \frac{\ell_0^4}{2688(R-m)^3} + \dots \\ p &= \frac{\ell_0}{2} - \frac{\ell_0^3}{240(R-m)^2} + \frac{\ell_0^5}{34740(R-m)^4} - \dots \\ \overline{OV} &= p + R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}\end{aligned}$$

Parabola cubică. Utilizarea relațiilor exacte de calcul corespunzătoare curbelor din fig.VII.37 și VII.38 este greoaie. De aceea, practic, calculele se fac doar cu primii termeni ai ecuațiilor parametrice care definesc clotoida. Se ajunge astfel la parabola cubică (fig.VII.39). Relațiile de definire ale acestei curbe sînt :

$$\begin{aligned}\varphi &= \frac{\ell^2}{2R\ell_0} \\ x &\simeq \ell \quad (x_0 \simeq \ell_0) \\ y &\simeq \frac{x^3}{6R\ell_0} \\ m &\simeq \frac{\ell_0^2}{24R} \\ p &\simeq \frac{\ell_0}{2}\end{aligned} \quad (\text{VII.101})$$

Parabola cubică (obținută din ecuația clotoidei prin neglijare de termeni) satisface primele trei condiții (tabelul VII.1), cu aproximație. Prin limitarea mărimii erorilor datorate acestor neglijări de termeni, se stabilește domeniul de aplicabilitate al acesteia.

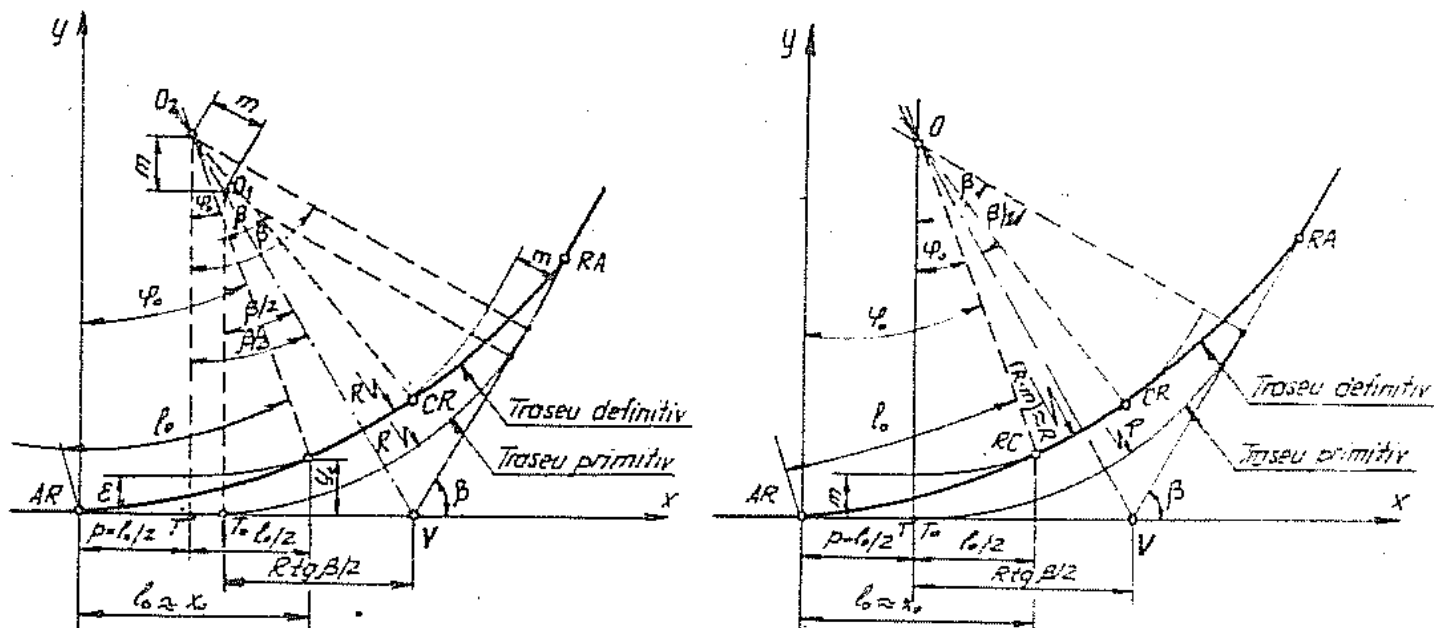


Fig.VII.39. Parabola cubică

- curbele circulare de pe traseele definitiv și primitiv au raze egale;
- curbele circulare de pe traseele definitiv și primitiv au raze aproximativ egale.

Introducerea curbelor de racordare parabola cubică este posibilă când (fig.VII.39) :

$$2\varphi_0 < \beta$$

VII.4.3.2. Stabilirea ecuației curbei de racordare corespunzătoare variației în "S" a rampei supraînălțării.

Elemente pentru trasare

La stabilirea ecuației curbei de racordare se pornește de la rampa supraînălțării, definită de două parabole de gradul 2 având tangente orizontale în punctele AR și RC (fig.VII.40).

Diagrama de variație a curburii este prezentată în fig.VII.41.

Parcurgându-se aceleași etape de calcul ca în cazul rampei liniare a supraînălțării, se obțin următoarele relații aproximative de calcul, care definesc parabola de gradul 4:

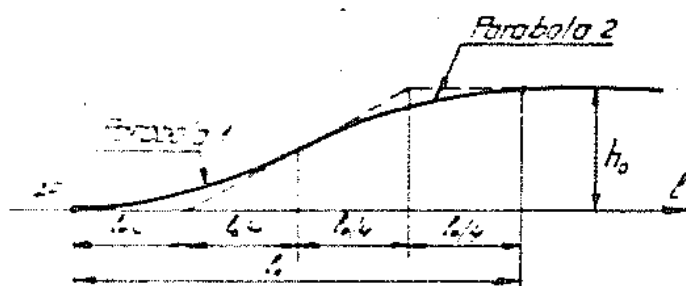


Fig. VII.40. Rampa supraînălțării în "S"

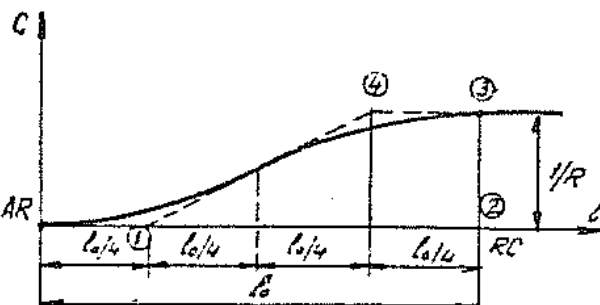


Fig. VII.41. Diagrama de variație a curburii

$$\varphi_0 = \frac{l_0}{2R} \text{ (suprafața trapezului 1-2-3-4 din fig. VII.41)}$$

$$y \approx \frac{x^4}{6 l_0^2 R} \text{ (pe prima jumătate a racordării)} \quad (\text{VII.102})$$

$$y \approx \frac{l_0}{6 l_0^2 R} \left[x^4 - 2 \left(x - \frac{l_0}{2} \right)^4 \right] \text{ (pe a doua jumătate a racordării)}$$

$$p \approx \frac{l_0^2}{2}$$

Parabola de gradul 4 îndeplinește, aproximativ, primele patru condiții din tabelul VII.1. Ca reprezentare în plan această curbă este asemănătoare parabolei cubice din fig. VII.39 b.

VII.4.4. Determinarea lungimii curbei de racordare

Lungimea curbei de racordare (l_0) se determină ținând seama de o serie de condiții pe care această trebuie să le îndeplinească.

În cazul rampei liniare, mai importante sînt:

a) Să asigure împotriva deraierii roata de pe firul interior. Aceasta se realizează dacă :

$$l_0 \geq 0,4 h_n, \quad [m] \quad (\text{VII.103})$$

unde supraînălțarea normală (h_n) se introduce în mm.

b) Să limiteze viteza de ridicare pe verticală a roții de pe firul exterior, rezultînd :

$$l_0 \geq 0,01 h_n \cdot V, \quad [m] \quad (\text{VII.104})$$

unde supraînălțarea normală (h_n) se introduce în mm, iar viteza (V) în m/s.

(Aceste condiții au fost tratate și la rampa supraînălțării, care este egală cu lungimea curbei de racordare),

c) Deplasarea m a curbei circulare să aibe valori numerice aplicabile pe teren (practic se poate admite: $m \geq 2$ cm). Rezultă :

$$\frac{l_o^2}{24 R} \geq 0,02, \text{ sau } l_o \geq 0,7 \sqrt{R} \quad [m] \quad (\text{VII.105})$$

în care R se introduce în m.

d) Pierderea de energie cinetică care se produce în momentul apariției forței de ghidare (fig.IV.4) să nu depășească o anumită valoare..

La CFR se iau în considerare primele trei condiții. Lungimea curbei de racordare este cea mai mare valoare obținută din condițiile a ÷ c .

În cazul rampei în "S", lungimea curbei de racordare se determină din condițiile b și c (condiția a este satisfăcută prin b) obținându-se :

$$l_o \geq 0,008 h_n \cdot V, \quad [m] \quad (\text{VII.106})$$

unde supraînălțarea (h_n) se introduce în mm și viteza (V) în km/h și respectiv :

$$l_o \geq \sqrt{R} \quad [m] \quad (\text{VII.107})$$

în care R se introduce în m.

VII.5. Asigurarea echerului la joante

Pe porțiunea de linie situată în curbă, lungimea firului exterior este mai mare decât lungimea firului interior. Dacă pe firul interior nu s-ar folosi șine cu lungimea scurtată atunci joantele de pe cele două fire nu ar fi la echer (în lungul aceleiași raze); s-a adoptat construcția căii cu joantele la echer pentru ca cele două ^{roți} ale unei aceleiași osii montate să calce simultan pe rosturile dintre capetele șinelor și deci solicitările suplimentare care se produc să fie simetrice în raport cu axa căii.

La înscrierea în curbă, osiile vehiculelor nu ocupă poziții radiale. O poziție aproximativ radială ocupă osia din spate a bazei rigide preponderentă pe rețeaua de cale ferată. Ca urmare, realizarea echerului perfect (care necesită un număr mare de șine cu lungime scurtată) nu este justificată. Pentru o lungime normală de șină, se fabrică numai două sau trei lungimi scurtate. De regulă, pentru o curbă dată, pe firul interior se folosește aceeași lungime scurtă. Diferența de

echer admisă este egală cu jumătate din diferența dintre lungimea șinelor normale și scurtată.

Pe firul exterior se folosesc șine cu lungimea normală. Numărul lor se determină cu relația :

$$n_n = \frac{L_s}{l_n}$$

Numărul șinelor scurte (n_s) necesare asigurării echerului în curbe se determină cu relația :

$$n_s = \frac{\Delta l}{l_n - l_s} \quad (\text{VII.108})$$

unde: $\Delta l = 2 \Delta l_R + \Delta l_C$, și este diferența totală de lungime de pe cele două fire de șină, pe lungimea curbelor de racordare (Δl_R) și a curbei circulare (Δl_C).

l_n - lungimea șinei normale,
 l_s - lungimea șinei scurtate.

Pe lungimea curbei de racordare, diferența de lungime a celor două fire de șină (Δl_R) se calculează cu relația (fig.VII.42)

$$\Delta l_R = \int_0^{\varphi_0} d l_R = \int_0^{\varphi_0} \left[\left(\rho + \frac{1,5}{2} \right) - \left(\rho - \frac{1,5}{2} \right) \right] d\varphi = 1,5 \varphi_0 [\text{m}] \quad (\text{VII.109})$$

unde φ_0 se introduce în radiani,

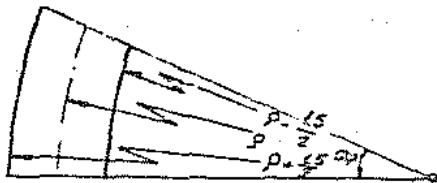


Fig.VII.42. Element de curbă de racordare

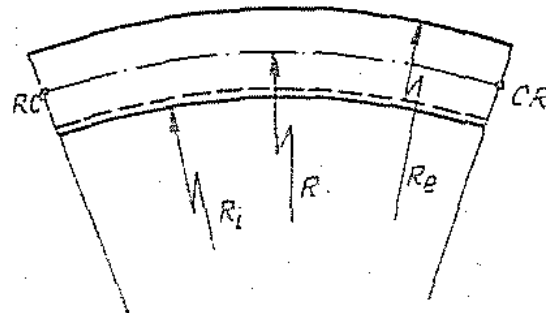


Fig.VII.43. Curba arc de cerc

iar pe lungimea curbei circulare, cu relația (Fig.VII.43).

$$\Delta l_C = \frac{1,5 \pi (\beta - 2 \varphi_0)}{180} \quad [\text{m}] \quad (\text{VII.110})$$

Distribuția șinelor pe firul interior se face, de regulă, grafic (fig.VII.44)

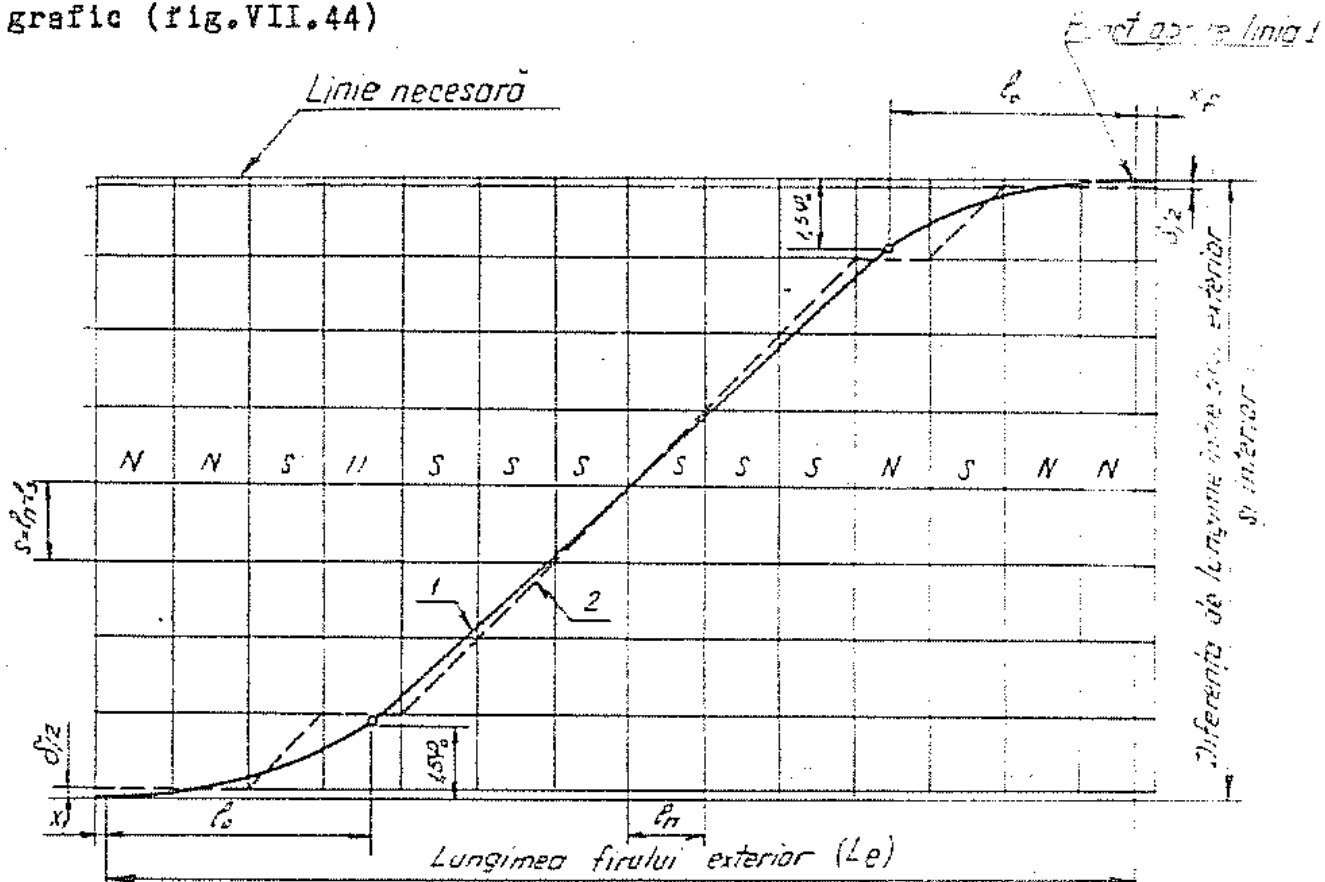


Fig.VII.44. Distribuția șinelor pe firul interior.

Ordonata fiecărui punct M de pe linia (1) reprezintă (la scară) diferența dintre lungimile firului exterior și firului interior (măsurate între joanta situată la începutul curbei și punctul respectiv).

Linia frântă (2) formată din segmente orizontale și înclinate, indică distribuția șinelor scurtate pe firul interior.

VII.6. Racordarea a două linii paralele

În numeroase cazuri, pe linii duble, este necesar ca distanța dintre linii să fie sporită (pentru construirea podurilor cu tabliere separate, a percoanelor în stații, pentru montarea anumitor instalații sau semnale etc).

Racordările necesare acestui scop trebuie astfel alcătuite încât caracteristicile calitative ale restului traseului să nu fie cu nimic înrăutățite în ce privește confortul în circulație.

Se impune deci ca accelerația transversală neechilibrată și smucirea să nu depășească valorile admise, în general, în restul curbelor.

VII.6.1. Racordarea alcătuită din două curbe circulare, fără supraînălțări, fără curbe de racordare, cu aliniament intermediar

Racordările de acest tip se fac cu curbe cu raze mari.

Determinarea elementelor geometrice ale acestei racordări se face cu relația (fig.VII.45).

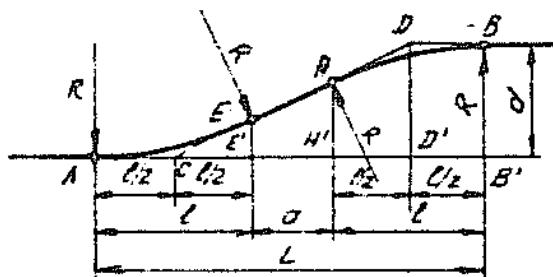


Fig.VII.45. Racordarea cu aliniament intermediar

$$\frac{DD'}{CD'} = \frac{HH' - EE'}{E'H'} \quad (\text{VII.111})$$

Prin înlocuirile :

$$DD' = d$$

$$CD' = \frac{l}{2} + a + \frac{l}{2} = l + a$$

$$HH' = d - \frac{l^2}{2R}$$

$$EE' = \frac{l^2}{2R}$$

$$E'H' = a$$

se obține relația :

$$l^2 + a \cdot l = d \cdot R,$$

de unde, lungimea racordării parțiale este :

$$l = \frac{1}{2} \left[\sqrt{4d \cdot R + a^2} - a \right] \quad (\text{VII.112})$$

Lungimea totală a racordării este :

$$L = 2l + a = \sqrt{4dR + a^2} \quad (\text{VII.113})$$

Pentru determinarea lungimilor racordărilor de acest tip, se ia pentru R valoarea limită (relația (VII.73), iar pentru a valoarea limită de :

$$a = \frac{V}{5}$$

Se obține :

$$L = \sqrt{4 d \frac{v^2}{8} + \frac{v^2}{25}} = v \sqrt{0,5 d + 0,040} \quad [m] \quad (\text{VII.114})$$

(V se introduce în km/h).

VII.62. Racordare alcătuită din două curbe circulare înzestrate cu supraînălțări și racordări parabolice fără aliniament intermediar

Acest tip de racordare (fig.VII.46) este necesar când spațiul rămas pe traseul primitiv între două curbe circulare succesive este insuficient pentru introducerea de curbe de racordare independente.

Intr-o astfel de situație se introduce o curbă de racordare unică.

Determinarea elementelor geometrice ale racordării se face ca în fig. VII.46.

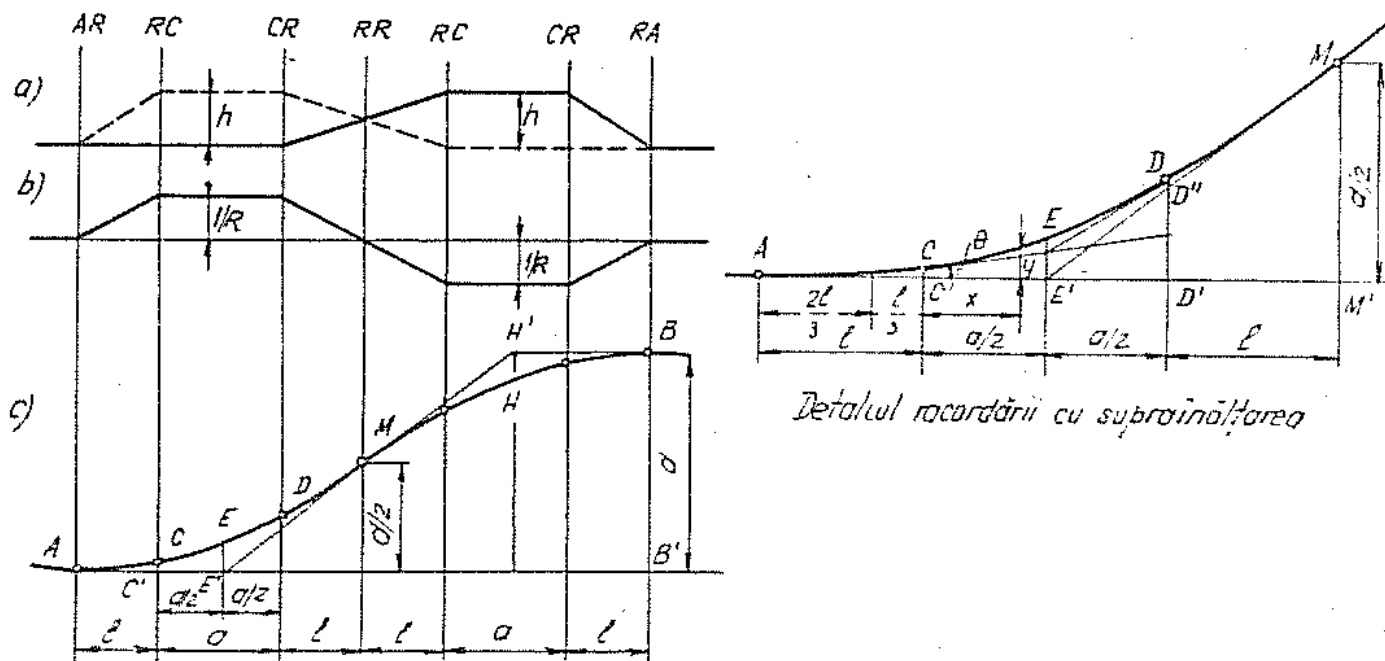


Fig.VII.46. Racordarea circulară cu supraînălțări și racordări parabolice, fără aliniament intermediar
a). diagrama supraînălțării; b). diagrama curburii
c) planul curbei.

La parabola cubică AC, ordonata finală este :

$$CC' = DD'' = \frac{l^2}{6R}$$

Ordonate y, pentru curba circulară CD, considerată ca o parabolă pătratică este :

$$y = CC' + x \operatorname{tg} \theta + \frac{x^2}{2R}$$

rezultând în punctul final D :

$$DD' = \frac{l^2}{6R} + \frac{l \cdot a}{2R} + \frac{a^2}{2R} = \frac{l^2 + 3l \cdot a + 3a^2}{6R}$$

$$D'D'' = DD' - DD'' = \frac{l^2 + 3l \cdot a + 3a^2}{6R} - \frac{l^2}{6R} = \frac{a(l+a)}{2R} \quad (\text{VII.115})$$

Din triunghiurile asemenea E'D'D'' și E'M'M se scoate :

$$D'D'' = \frac{d \cdot a}{2(a + 2l)} \quad (\text{VII.116})$$

Prin egalarea celor două valori se obține :

$$R = \frac{(l+a)(a+2l)}{d} = \frac{2l^2 + 3la + a^2}{d} \quad (\text{VII.117})$$

Lungimea rampei, egală cu lungimea racordării, este :

$$l = \frac{h}{i} \quad (\text{VII.118})$$

Din relațiile (VII.20) și (VII.118), rezultă :

$$R = \frac{e_{cs}}{g \cdot l \cdot i} v_{med}^2 \quad (\text{VII.119})$$

Egalând relațiile (VII.117) și (VII.119), se obține lungimea racordării parabolice (l), din relația :

$$2l^3 + 3al^2 + a^2l - \frac{d \cdot e_{cs}}{g \cdot i} v_{med}^2 = 0 \quad (\text{VII.120})$$

Lungimea totală a racordării se obține cu relația :

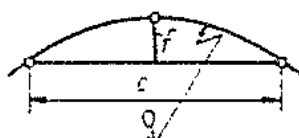
$$L = 4l + 2a \quad (\text{VII.121})$$

Capitolul VIII

RETRASAREA CURBELOR

VIII.1. Generalități

Poziția căii în plan în zona curbilor se modifică mai ales sub acțiunea circulației. Apar variații de curbura care pot fi puse în evidență prin măsurarea săgeților. Între curbura ($1/\rho$), săgeta (f) și lungimea corzii (c) există relația cunoscută (fig.VIII.1):



$$f = \frac{c^2}{8 \cdot \rho} \quad (\text{VIII.1})$$

Fig.VIII.1. Semnificația notațiilor c, f și ρ

Dacă în lungul unei curbe sînt variații bruște de curbura atunci condițiile de circulație se înrăutățesc fiind uneori necesară limitarea vitezei maxime de circulație. Pe liniile în exploatare, variațiile de curbura sînt limitate; întrucît însă curbura nu poate fi măsurată direct se limitează diferența dintre două săgeți succesive precum și diferența între săgeta maximă și săgeta minimă din cuprinsul curbei. Toleranțele sînt funcție de mărimea razei și de mărimea vitezei maxime care se admite prin curbă. În tabelul VIII.1 sînt arătate toleranțele pentru diferențele între săgeți succesive (t_1) și toleranțele pentru diferențele dintre săgețile maxime și săgețile minime (t_2) la curbele arc de cerc măsurate cu coarda de 20 m din 10 în 10 m. În zona curbilor de racordare, se consideră drept abatere numai cea

Tabelul VIII.1

Raza m	Viteza V km/h	$V \leq 50$		$51 \leq V \leq 80$		$81 \leq V \leq 100$		$V > 100$		Observații
		t_1 mm	t_2 mm	t_1 mm	t_2 mm	t_1 mm	t_2 mm	t_1 mm	t_2 mm	
251 - 350		30	45	25	35					
351 - 550		25	35	20	30	16	24			
551 - 1000		20	30	16	25	14	20	10	15	
> 1000		20	30	16	25	12	18	8	12	Cu condiția să nu aibă săgeți negative

parte din diferența între săgeți care depășește diferența normală existentă în zona curbei de racorare fără abateri (adică în cazul curbei de racordare fără deformații).

Prin retrasarea unei curbe se înțelege determinarea deplasărilor laterale într-un număr suficient de mare de puncte aflate pe această curbă astfel încât, după efectuarea deplasărilor pe teren, să se obțină o curbă practic fără deformații având elementele geometrice corespunzătoare unei viteze maxime de circulație date. Deplasarea laterală care urmează a se efectua în dreptul unui punct de pe curba deformată spre a se obține punctul corespunzător situat pe curba fără deformații poartă denumirea de ripare. Curba de pe teren cu deformații poartă denumirea de curbă existentă. Curba obținută în urma efectuării ripărilor, poartă denumirea de curbă proiectată.

Există numeroase metode grafice și analitice pentru calculul ripărilor [3]; unele dintre aceste metode au un domeniu de aplicabilitate limitat. La toate metodele drept date inițiale servesc săgețile măsurate pe teren în lungul curbei existente; de asemenea, în toate cazurile, ripările se determină în raport cu linia existentă (linia existentă constituie sistemul de referință). În prezent se trece la calculul ripărilor cu ajutorul calculatoarelor electronice. La CFR se aplică metoda diagramei unghiurilor.

Cu ajutorul diagramei unghiurilor se pot rezolva problemele de retrasare întâlnite în practică.

VIII.2. Date culese de pe teren

În vederea retrăsării unei curbe, de pe teren se iau următoarele date: denumirea liniei pe care este situată curba; abaterea curbei; poziția kilometrică a unui punct situat pe curbă (reper de bază); distanțele la construcțiile și instalațiile din apropierea liniei existente care ar putea limita mărimea ripărilor; lățimea platformei într-un număr suficient de puncte și poziția axei căii în raport cu axa platformei căii în aceste puncte; lungimea alinimentelor care încadrează curba existentă, atunci când acestea sînt de lungime redusă; roaturile de dilatație împreună cu temperatura din șine, tipul de suprastructură și lungimea panourilor.

Se alege un punct pe firul exterior de șină aflat în dreptul unei borne kilometrice sau hectometrice; acest punct reprezintă reperul de bază. Pe firul de șină exterior al curbei și pe continuările acestuia în alinimentele de la capetele curbei, se poziționează, de o parte și de alta a reperului de bază, puncte situate la distanțe

egală între ele (puncte echidistante), denumite puncte de diviziune.

Distanța între punctele de diviziune se stabilește cu ajutorul unei rulete; în momentul măsurării distanței dintre două puncte, ruleta se găsește întinsă pe suprafața de rulare a șinei. Punctele de diviziune se marchează cu cretă uleioasă.

Săgeata se măsoară în dreptul fiecărui punct de diviziune "i" la coarda care unește punctele de diviziune vecine "(i-1)" și "(i+1)"; punctele de sprijin ale corzii se iau pe suprafața laterală activă a firului exterior de șină, la circa 14 mm sub planul de rulare.

Posibilitățile de deplasare laterală ale curbei existente și posibilitățile de dezvoltare ale curbei existente pe aliniamentele ce o încadrează constituie date inițiale foarte importante; curba proiectată trebuie să respecte o poziție corectă în raport cu construcțiile și instalațiile din vecinătatea liniei și să nu conducă, de regulă, la sporirea lățimii platformei căii.

Cunoașterea mărimii rosturilor de dilatație împreună cu temperatura din șine, tipul de suprastructură și lungimea panoului de șină este necesară pentru compensarea unei eventuale diferențe de lungime dintre lungimea curbei existente și cea a curbei proiectate; compensarea se realizează, prin modificarea, în limita toleranțelor, a rosturilor de dilatație din cuprinsul curbei și a celor situate pe aliniamentele de la capetele curbei.

Spre a fi evitate erorile, măsurătorile trebuie efectuate în condiții de mediu corespunzător (fără vânt, ploaie, temperaturi ridicate etc). Ca verificare, trebuie ca suma săgeților măsurate în punctele de diviziune cu soț și suma săgeților măsurate în punctele de diviziune fără soț să fie apropiate. Se admite ca diferența în valoare absolută dintre cele două sume să fie de maximum $0.15 \sqrt{n}$; n reprezintă numărul punctelor de diviziune iar sumele de săgeți sunt exprimate în cm. Când condiția arătată nu este îndeplinită, măsurătoarea săgeților trebuie refăcută.

VIII.3. Metoda diagramei unghiurilor

VIII.3.1. Noțiunea de diagramă a unghiurilor

Se consideră un aliniament inițial A_1 și curba C tangentă la aliniamentul inițial A_1 în punctul A (fig.VIII.2). Într-un punct curent M al curbei C se duce tangenta la curbă; această tangentă formează cu aliniamentul inițial unghiul φ_M . Poziția punctului M de pe curbă se consideră definită prin mărimea s_M care reprezintă

depărtarea - măsurată pe curbă - între punctul M și punctul A.
Dacă se cunoaște legea de variație a curburii:



Fig.VIII.2. Semnificația mărimilor s și φ_M

$$\frac{1}{\rho} = f_1(s) \quad (\text{VIII.2})$$

atunci, folosind relația cunoscută:

$$d\varphi = \frac{ds}{\rho} \quad (\text{VIII.3})$$

se poate determina funcția:

$$\varphi = f_2(s) \quad (\text{VIII.4})$$

Prin reprezentarea funcției $\varphi = f_2(s)$ în sistemul de axa de coordonate φOS (fig.VIII.3), rezultă diagrama unghiurilor pentru curba C. Este de observat că tangenta la curba $\varphi = f_2(s)$, dusă prin punctul de abscisă s_M , formează cu axa absciselor un unghi β_M . Între curbura în punctul M aparținând curbei C și unghiului β_M , ținând seama de relația (VIII.3), rezultă:

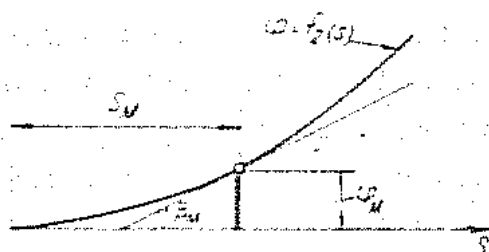


Fig.VIII.3. Diagrama unghiurilor

prin punctul de abscisă s_M , formează cu axa absciselor un unghi β_M . Între curbura în punctul M aparținând curbei C și unghiului β_M , ținând seama de relația (VIII.3), rezultă:

$$\operatorname{tg} \beta_M = \frac{1}{\rho_M} \quad (\text{VIII.5})$$

VIII.3.2. Diagrama unghiurilor pentru curbe nedeformate

În cazul unui arc de cerc, relația (VIII.2) este independentă de s fiind:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R}$$

iar, drept urmare:

$$\varphi = \int \frac{1}{R} ds = \frac{s}{R} \quad (\text{VIII.6})$$

ceea ce înseamnă că în diagrama unghiurilor arcul de cerc este definit de o dreaptă avînd înclinarea β ; tangenta unghiului β egală cu $d\varphi/ds$, este $1/R$ (fig.VIII.4).

În cazul curbelor de racordare cu variație lineară a curburii, relația (VIII.2) rezultă din fig.VIII.5, fiind:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} + \frac{s}{L_P} \quad (\text{VIII.7})$$

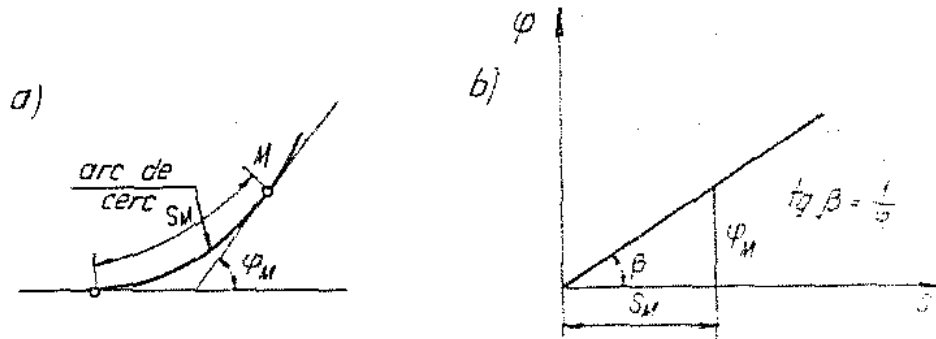


Fig.VIII.4. Diagrama unghiurilor în cazul arcului de cerc
a) situația curbei în plan; b) diagrama unghiurilor

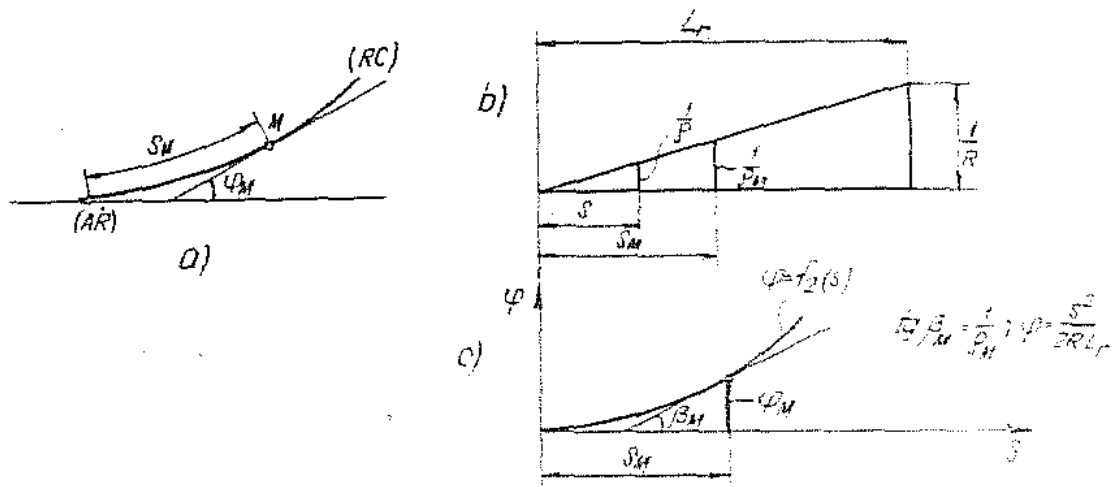


Fig.VIII.5. Stabilirea diagramei unghiurilor pentru curbe de recordare avînd variația liniară a curburii
a) situația curbei în plan; b) variația liniară a curburii;
c) diagrama unghiurilor

Dacă se înlocuiește expresia curburii din relația (VIII.7) în formula (VIII.3) și se efectuează integrarea, rezultă că unghiul \$\varphi\$ variază parabolic cu mărimea \$s\$:

$$\varphi = \int_0^s \frac{ds}{R} = \int_0^s \frac{1}{R} \frac{s}{L_r} ds = \frac{s^2}{2RL_r} \quad (\text{VIII.8})$$

Pentru cazul unei curbe arc de cerc prevăzută cu recordări la capete, diagrama unghiurilor, ținînd seama de cele prezentate, rezultă ca în fig.VIII.6 c. În punctul caracteristic RC, folosind relația VIII.8, ordonata din diagrama unghiurilor rezultă astfel:

$$\varphi_{RC} = \left(\frac{s^2}{2RL_r} \right)_{s=L_r} = \frac{L_r}{2R} \quad (\text{VIII.9})$$

Între punctele caracteristice RC și CR (fig.VIII.6 a) ordonata din diagrama unghiurilor este egală cu :

$$\varphi = \varphi_{RC} + \frac{(s - L_F)}{R}$$

Iar pentru punctul caracteristic CR rezultă :

$$\varphi_{CR} = \varphi_{RC} + \frac{L_0}{R} = \frac{L_F}{2R} + \frac{L_0}{2} \quad (\text{VIII.11})$$

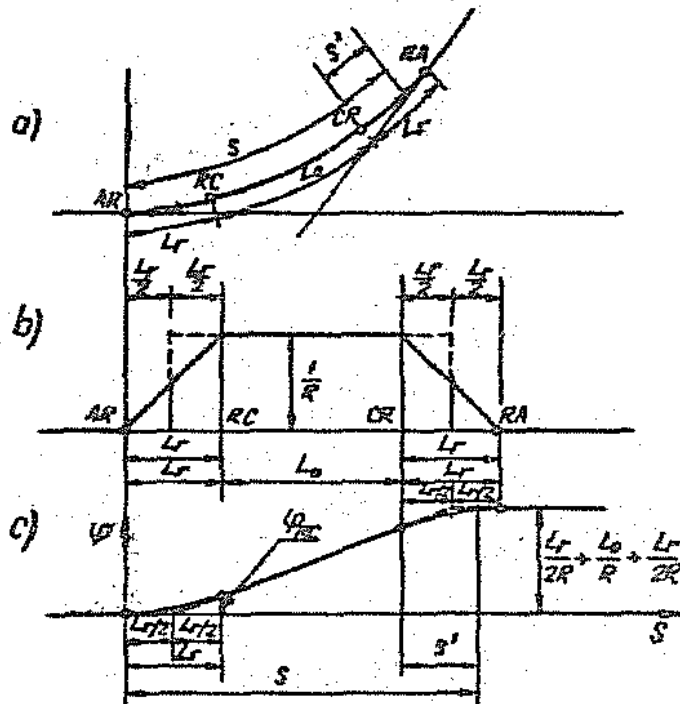


Fig.VIII.6. Stabilirea diagramei unghiurilor pentru o curbă prevăzută cu recordări

a) situația în plan; b) curbura; c) diagrama unghiurilor

În fine, între punctele caracteristice CR și RA, ordonata din diagrama unghiurilor se obține astfel :

$$\varphi = \varphi_{CR} + \int_0^{s'} \frac{ds'}{R} = \varphi_{CR} + \frac{s - L_F - L_0}{R} - \frac{(s - L_F - L_0)^2}{2L_F R} \quad (\text{VIII.12})$$

În formulele (VIII.10) și (VIII.12) originea de măsurare a mărimii "s" s-a considerat în punctul caracteristic AR. Pentru $s = L_F + L_0 + L_F$ corespunzătoare punctului caracteristic RA, ordonata din diagrama unghiurilor rezultă egală cu :

$$\varphi_{RA} = \frac{L_F}{2R} + \frac{L_0}{R} + \frac{L_F}{2R} \quad (\text{VIII.13})$$

VIII.3.3. Diagrama unghiurilor pentru curba existentă

Pe teren sînt marcate punctele 0, 1, 2, 3, ..., (i-1), i, (i+1) ..., n;

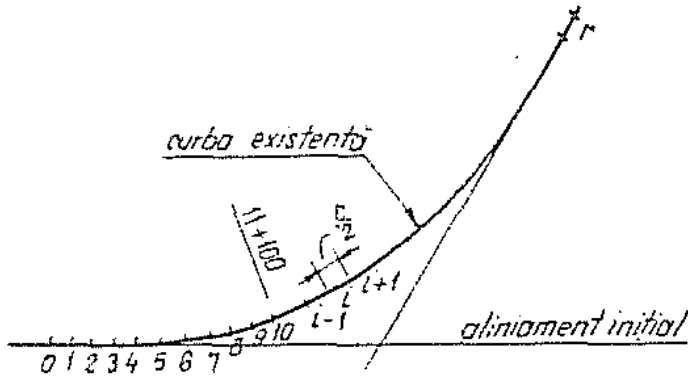


Fig.VIII.7. Puncte de diviziune

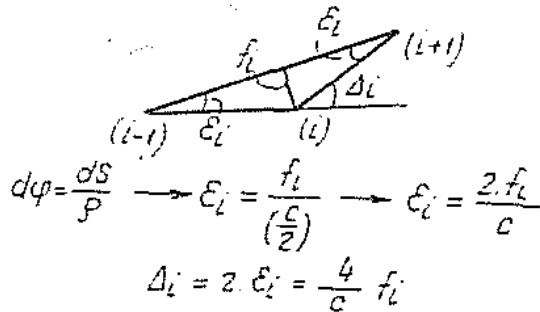


Fig.VIII.8. Unghiul dintre coarde

$$\Delta_1 = \frac{4}{c} \cdot f_1 \quad (\text{VIII.14})$$

Din fig.VIII.9, se poate vedea că unghiul φ_1 făcut de coarda care trece prin punctele de diviziune (1) și (i+1) cu aliniamentul inițial este :

$$\varphi_{(i)-(i+1)} = \frac{4}{c} \sum_{j=1}^i f_j \quad (\text{VIII.15})$$

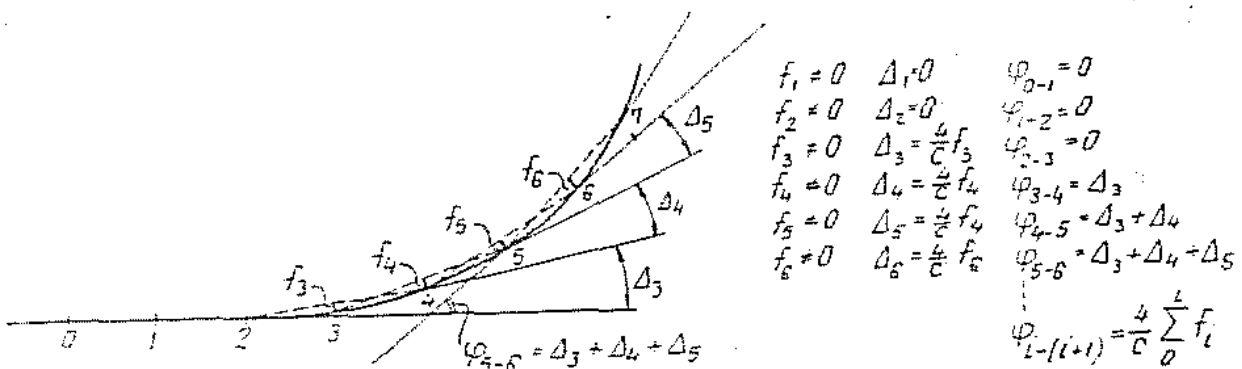


Fig.VIII.9. Determinarea unghiului făcut de coarda dintre punctele (1) și (i+1) cu aliniamentul inițial

Rezultă că însumarea săgeților pînă în punctul de diviziune (1)

multiplieată cu o constantă egală cu $4/c$ reprezintă unghiul făcut de dreapta care trece prin punctele (1) și (1+1) cu aliniamentul inițial; acest unghi rezultă în radiani. Dreapta care trece prin punctele (1) și (1+1) se poate considera (fig.VIII.10) - în mod aproximativ - că este paralelă cu tangenta dusă la curba existentă prin punctul situat pe curbă la mijlocul distanței dintre punctele de diviziune (1) și (1+1).



Fig.VIII.10. Trecerea de la unghiul făcut de coarda i-(i+1) la unghiul făcut de tangenta în curbă

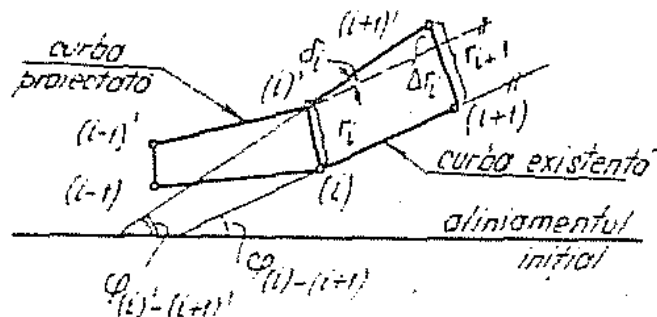


Fig.VIII.11. Legătura dintre ripările a două puncte de diviziune succesive.

În felul acesta, ordonata din diagrama unghiurilor pentru punctul situat pe curbă la mijlocul distanței dintre punctele de diviziune (1) și (1+1) se obține prin însumarea săgeților pînă în punctul de diviziune (1) și multiplicarea acestei sume cu constanta $4/c$.

VIII.3.4. Determinarea ripărilor

În fig.VIII.11, se arată porțiunile din curba existentă și curba proiectată cuprinse între punctele de diviziune (i-1) și (i+1) și respectiv (i-1)' și (i+1)'. În mod aproximativ se consideră că dreptele $(i)-(i)'$ și $(i+1)-(i+1)'$ sînt paralele.

Cu notațiile din figură se poate scrie :

$$P_{i+1} = r_1 + \Delta r_1 \quad (\text{VIII.16})$$

$$\Delta r_1 = \frac{c}{2} \cdot \delta_1 \quad (\text{VIII.17})$$

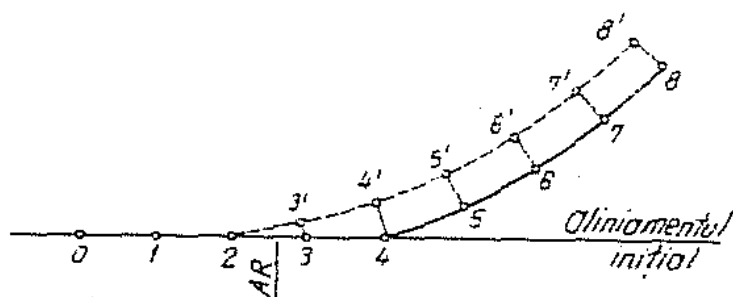


Fig.VIII.12. Determinarea ripărilor

$$\delta_1 = \phi_{(1)-(i+1)'} - \phi_{(1)-(i+1)} \quad (\text{VIII.18})$$

Dacă relația (VIII.16) se scrie pentru toate punctele de diviziune anterioare rezultă (fig.VIII.12) egalitățile :

$$r_2 = 0$$

$$r_3 = r_2 + \Delta r_2$$

$$\begin{array}{ccc} r_4 & = & r_3 + \Delta r_3 \\ \vdots & & \vdots \\ r_{i+1} & = & r_i + \Delta r_i \end{array} \quad (\text{VIII.19})$$

iar prin însumarea acestor egalități se obține :

$$r_{i+1} = \sum_1^i \Delta r_i \quad (\text{VIII.20})$$

Înlocuind pe Δr_i conform relației (VIII.17) se obține :

$$r_{i+1} = \frac{c}{2} \sum_1^i \delta_i \quad (\text{VIII.21})$$

Cum δ_i , avînd în vedere relațiile (VIII.18) și (VIII.15), este în funcție de săgețile curbei existente și de săgețile curbei proiectate, rezultă că ripările se pot calcula pe baza săgeților măsurate pe teren și pe baza elementelor alese pentru curba proiectată. Este de reținut că riparea în punctul (i+1) se obține prin însumarea diferențelor δ_i numai pînă în punctul de diviziune i și multiplicarea acestei sume cu constanta $c/2$. La construirea diagramei sumelor se are în vedere această observație.

Pentru aplicarea grafică a formulelor prezentate este necesară alegerea scărilor.

VIII.3.5. Scările folosite la întocmirea diagramei unghiurilor și diagramei sumelor

Din formula (VIII.17) se poate constata că δ_i reprezintă o diferență a două ordonate: ordonata curbei $\varphi_1 = f_2(s)$ pentru curba existentă și ordonata $\varphi_1 = f_2'(s)$ pentru curba proiectată; ordonatele respective sînt din diagrama unghiurilor. Prin însumarea acestor diferențe, conform relației (VIII.21) se obține diagrama sumelor sau diagrama ripărilor.

Pentru reprezentarea grafică a curbei $\varphi_1 = f_2(s)$ se aleg scările C_x pentru lungimile s și C_y pentru unghiurile φ ; C_x reprezintă scara lungimilor iar C_y , scara unghiurilor. Notînd cu x abscisele și cu y ordonatele se poate scrie :

$$\begin{aligned} x &= C_x \cdot s \\ y &= C_y \cdot \varphi \end{aligned} \quad (\text{VIII.22})$$

Cum unghiul φ , conform relației (VIII.15) este egal cu $4/c \cdot \sum_1^i f_1$, rezultă :

$$y_{i-(i+1)} = C_y \cdot \frac{4}{c} \sum_1^i f_1 = C_f \cdot \sum_1^i f_1 \quad (\text{VIII.23})$$

C_f este o constantă egală cu :

$$C_f = \frac{4}{c} \cdot C_y \quad (\text{VIII.24})$$

Spre exemplu, pentru $C_y = 100 \text{ cm}$, rezultă $C_f = 1/5$. În acest caz, ordonata în cm reprezentată în diagrama unghiurilor pentru curba existentă se obține prin împărțirea sumei săgeților (sumă făcută considerind săgețile măsurate în cm) la 5.

Scara ripărilor. S-a arătat că, în diagrama unghiurilor, unghiurile sînt reprezentate la scara C_y . Se alege următoarea modalitate de lucru: ordonatele din diagrama sumelor sînt rezultate prin cumulara distanțelor d_i din diagrama unghiurilor (fig.VIII.13). Într-o astfel de situație, ordonata diagramei sumelor e_{i+1} este :

$$e_{i+1} = \sum_1^i d_i \quad (\text{VIII.25})$$

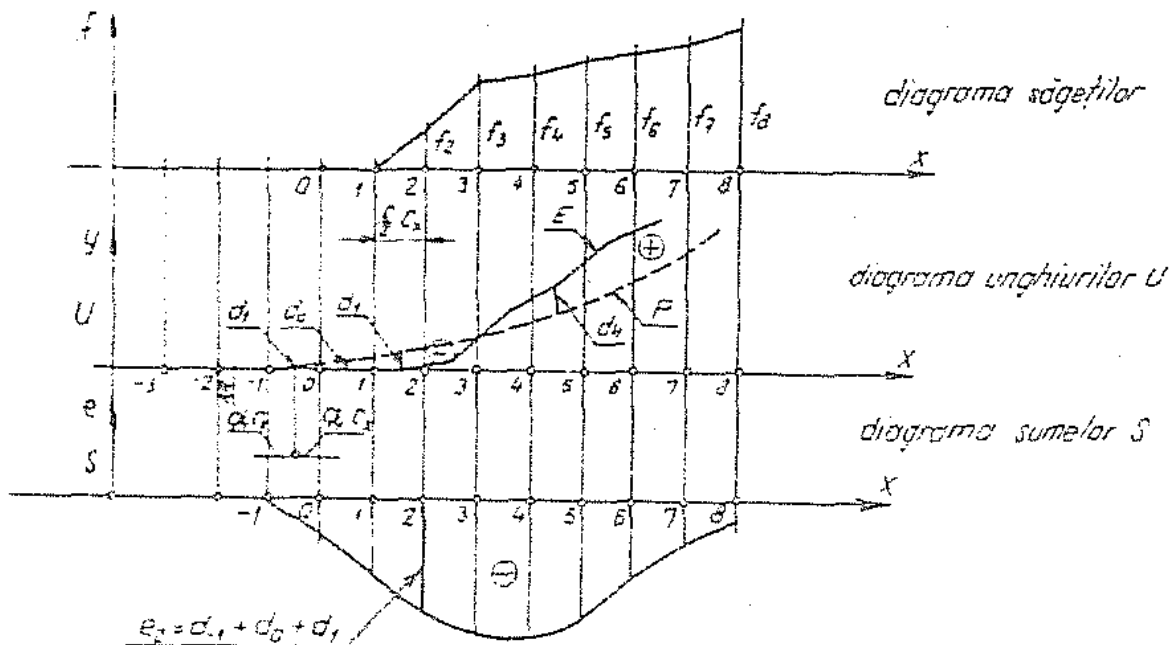


Fig.VIII.13. Construcția diagramei sumelor

Cum $d_i = C_y \cdot \delta_i$ se obține mai întâi :

$$e_{i+1} = C_y \sum_1^i \delta_i$$

Iar apoi, ținînd seama că $e_{i+1} = \frac{c}{2} \sum_1^i \delta_i$, rezultă în final :

$$e_{i+1} = C_y \cdot \frac{2 \cdot r_{i+1}}{e} = C_r \cdot r_{i+1} \quad (\text{VIII.26})$$

C_r reprezintă scara ripărilor. Pentru $C_y = 100$ cm, rezultă:

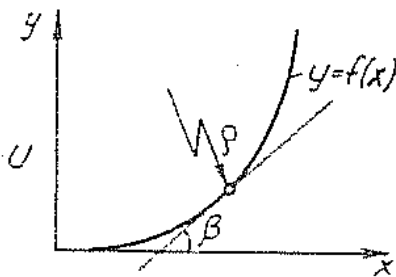
$$C_r = \frac{100 \cdot 2}{2000} = \frac{1}{10}$$

Mai sus s-a considerat lungimea cărzii egală cu 20 m.

Determinarea razei. Dacă diagrama unghiurilor pentru o curbă este construită folosind scările C_x și C_y , atunci conform relațiilor (VIII.22) se poate scrie :

$$\begin{aligned} dy &= C_y \cdot d\varphi \\ dx &= C_x \cdot ds \end{aligned} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{C_y}{C_x} \frac{d\varphi}{ds}$$

Cum $d\varphi/ds$ este $1/\rho$, iar raportul dy/dx este (fig.VIII.14) egal cu $\tan \beta$, rezultă



$$\tan \beta = \frac{C_y}{C_x} \frac{1}{\rho} \quad (\text{VIII.27})$$

sau

$$\rho = \frac{C_y}{C_x \cdot \tan \beta} \quad (\text{VIII.28})$$

Pentru $C_y = 100$ cm, și $C_x = 1/1000$

Fig. VIII.14. Determinarea mărimii razei rezultă raza, în cm, egală cu

$$\frac{100000}{\tan \beta}$$

VIII.3.6. Alegerea liniei proiectului în diagrama unghiurilor

Linia proiectului în diagrama unghiurilor reprezintă curba $\varphi_1 = f_2(a)$ pentru curba fără deformații care se alege în această diagramă. În diagrama unghiurilor, corespunzător cu săgețile măsurate pe teren, rezultă o linie frântă pentru unghiurile φ_1 , denumită linia E; această linie este unică. Pentru unghiurile φ_1 de la curba proiectată, în aceeași diagramă, apare o curbă compusă alcătuită din porțiuni drepte care sînt corespunzătoare arcelor de cerc și din porțiuni curbe care corespund curbilor de recordare; această curbă compusă constituie linia proiectului, denumită linia P. Spre deosebire de linia E, care rezultă pe baza săgeților măsurate, linia P se stabilește de către proiectant - cu respectarea anumitor condiții; există o infinitate de linii P care pot fi duse de către proiectant.

Linia P din diagrama unghiurilor trebuie să satisfacă

următoarele condiții :

- Să fie păstrat unghiul dintre aliniamentul inițial și aliniamentul final. Pentru aceasta, în diagrama unghiurilor, ordonata finală a liniei P trebuie să fie egală cu ordonata finală a liniei E; în fig.VIII.15 se arată o linie a proiectului care satisface această condiție.

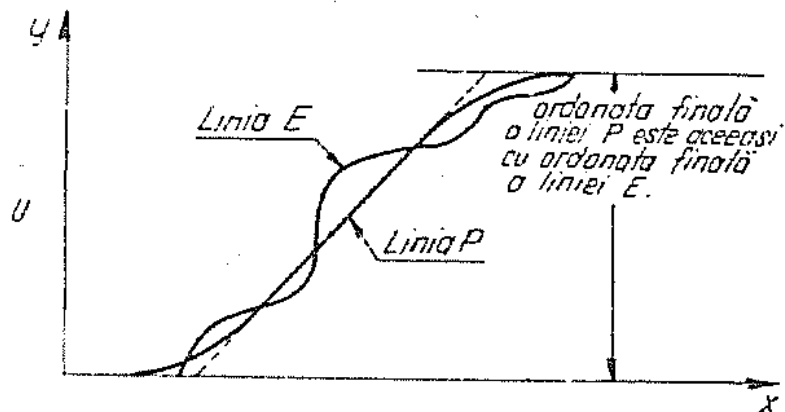


Fig.VIII.15. Respectarea unghiului dintre aliniamente

- Riparea finală să fie nulă. Această condiție împreună cu cea precedentă asigură păstrarea poziției aliniamentului final existent pe teren. Riparea finală se calculează ca orice ripare cu relația (VIII.21). Pentru ca riparea finală în punctul de diviziune (n+1) să rezulte nulă, trebuie ca

$$\sum_{i=1}^n \delta_i = 0$$

dau pe grafic:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i = 0$$

(VIII.29)

Având în vedere fig.VIII.16 și relația (VIII.29) se poate reformula condiția privitoare la riparea finală nulă astfel: pentru a obține riparea finală nulă trebuie ca suprafețele pozitive cuprinse între linia de proiect P și linia E să fie egale cu suprafețele negative cuprinse între linia P și E.

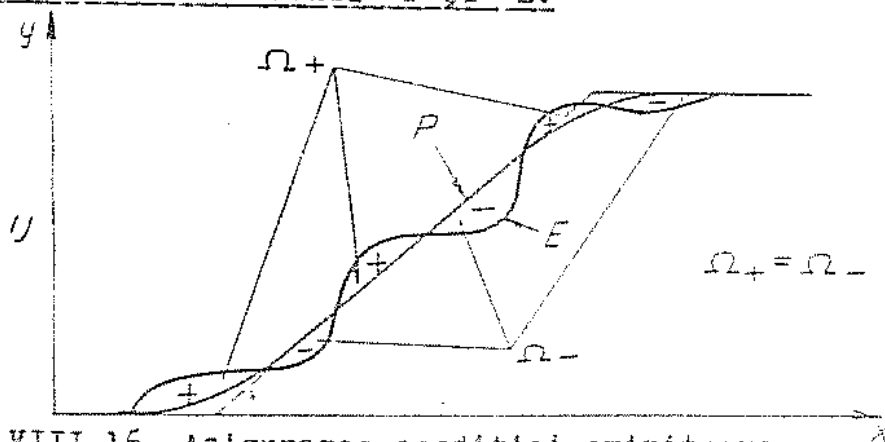


Fig. VIII.16. Asigurarea condiției privitoare la riparea finală nulă

În afara acestor două condiții care sînt obligatorii la alegerea de către proiectant a liniei proiectului în diagrama unghiurilor sînt de reținut următoarele: pentru obținerea de raze ale curbelor proiectate cît mai mari, linia proiectului din diagrama unghiurilor trebuie să facă cu orizontala un unghi cît mai mic; pentru obținerea de ripări cît mai mici, în diagrama unghiurilor, linia P trebuie să intersecteze linia E în cît mai multe puncte iar suprafețele cuprinse între cele două linii să fie cît mai reduse.

Cînd lungimea curbei proiectate trebuie să fie egală cu lungimea curbei existente pe teren, pentru linia proiectului apare o restricție suplimentară; în mod aproximativ, se poate demonstra: cînd în diagrama sumelor (fig.VIII.17) suprafețele pozitive sînt egale cu cele negative, lungimea curbei proiectate este aproximativ egală cu lungimea curbei existente pe teren.

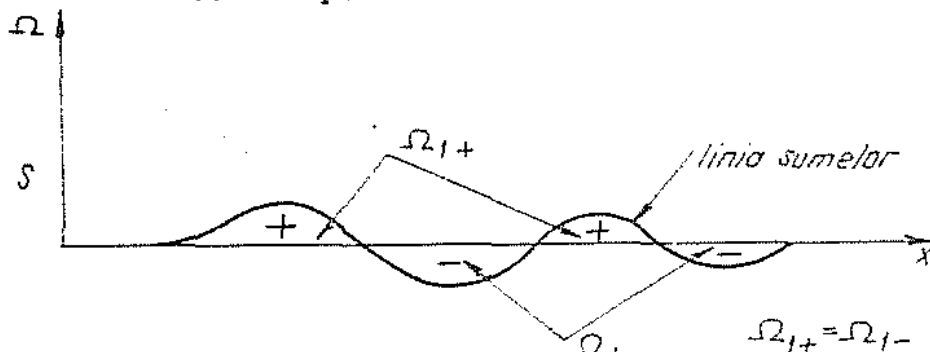


Fig.VIII.17. Forma diagramei sumelor pentru cazul cînd lungimea curbei proiectate este aproximativ egală cu lungimea curbei existente pe teren

De asemenea apar restricții suplimentare cu privire la alegerea liniei P cînd în lungul curbei existente sînt puncte pentru care riparea este limitată.

VIII.3.7. Folosirea liniei de referință

Cînd după alegerea unei linii P în diagrama unghiurilor, rezultă (în diagrama sumelor) o ripare finală care este diferită zero, înseamnă că linia proiectului nu a fost bine aleasă. Pentru rezolvarea problemei în astfel de situații, se poate proceda în trei moduri:

1. Se duce o nouă linie de proiect astfel aleasă încît să se realizeze o compensare mai bună a suprafețelor de semne contrare din diagrama unghiurilor și se construiește din nou diagrama sumelor. Se procedează în acest fel pînă se obține riparea finală nulă. Procedul necesită un volum mare de muncă și nu se aplică decît cînd este exclusă posibilitatea folosirii liniei de referință.

2. Se modifică în sensul necesar lungimea curbei de racordare

de la ieșirea din curbă. În acest caz modificările care apar în diagrama unghiurilor și respectiv în diagrama sumelor afectează numai parțial aceste diagrame; volumul încercărilor este mai redus decât în cazul anterior. Lungimea curbei de racordare poate rezulta mai mare decât lungimea normală a curbei de racordare. Când prin modificarea numai a lungimii uneia din curbele de racordare nu se obține rezultatul dorit, se modifică lungimea ambelor curbe de racordare.

3. Se folosește linia de referință; aceasta se construiește astfel: se determină poziția punctului A (fig.VIII.18) la intersecția verticalei care trece prin mijlocul curbei de racordare de la intrarea în curbă cu axa absciselor din diagrama sumelor. Se determină punctul B situat la intersecția dintre verticala care trece prin mijlocul curbei de racordare de la ieșirea din curbă cu paralela la axa absciselor din diagrama sumelor care este situată la depărtarea e_f (fig.VIII.18), de această axă. Se unește punctul A cu punctul B.

Punctele D și E se află pe dreapta AB, corespunzând sfârșitului primei curbe de racordare și începutul celei de a doua curbe de racordare. Punctul C se găsește pe axa absciselor din diagrama sumelor și corespunde începutului primei curbe de racordare. Punctul F se află pe paralela dusă la axa absciselor la depărtarea e_f de această axă și corespunde sfârșitului celei de-a doua curbe de racordare. Se face observația că punctele C, A, D, E, B, F, definite anterior, au rezultat pornind de la linia proiectului P aleasă în diagrama unghiurilor și pentru care riparea finală a rezultat egală cu e_f . Între punctele C și D și punctele E și F se construiesc prin procedee grafice parabole cu axă verticală. Conturul C D E F reprezintă linia de referință. Ripările urmează a se măsura între linia de referință și linia sumelor care a fost construită inițial (până la construirea liniei de referință). Din prezentarea modului de construire a liniei de referință, rezultă că poziția punctelor caracteristice (punctele AR, RC, CR, RA), pentru curba P' - care determină ripările cuprinse între linia sumelor corespunzătoare liniei P și linia de referință - este aceeași cu poziția punctelor caracteristice de la linia P. Ripările cuprinse între axa absciselor și linia de referință sînt de fapt ripările care sînt necesare pentru a se trece de la curba proiectată, avînd linia P în diagrama unghiurilor, la curba proiectată avînd linia P' în aceeași

diagramă. Ținând seama de legătura care există între diagrama săgeților, diagrama unghiurilor și diagrama sumelor se poate ușor constata că, linia de referință corespunzătoare ripărilor se rezultă în cazul

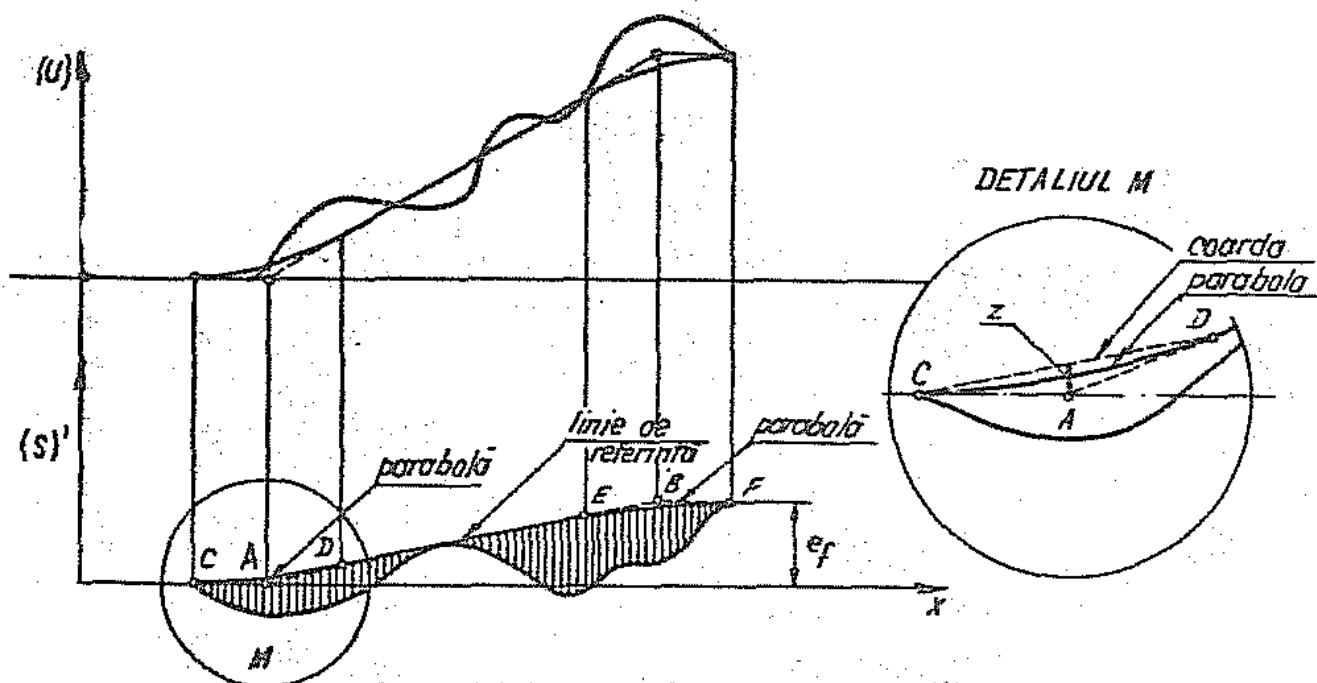


Fig.VIII.18. Linia de referință

afind diagrama săgeților de la curba P se modifică în felul arătat în fig.VIII.19.

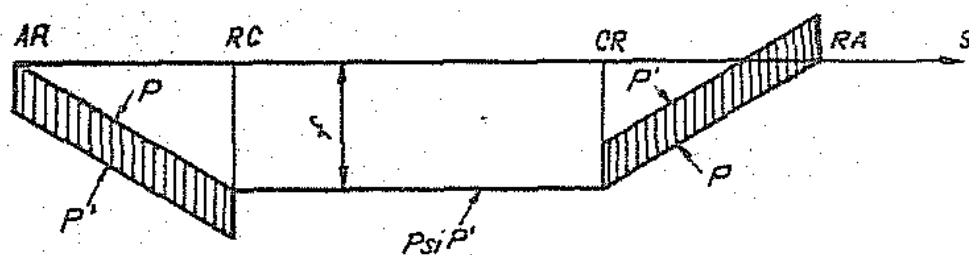


Fig.VIII.19. Modificările care apar în diagrama săgeților la curba P, prin folosirea liniei de referință

Drept urmare, folosirea liniei de referință pentru obținerea ripării finale nule presupune acceptarea variațiilor de săgeată arătate ca în fig.VIII.9, respectiv acceptarea variațiilor de curbură corespunzătoare. În consecință, linia de referință poate fi folosită numai când variațiile de curbură produse nu depășesc anumite limite; sînt acceptate variații de curbură pînă la 5% din valoarea curburii. Practic, pe diagramă, variația de curbură (sau variația de săgeată) este proporțională cu segmentul x (detaliul M din fig.VIII.18). Spre deosebire de celelalte procedee, linia de referință rezolvă problema pusă cu un velum redus de muncă însă în mod aproximativ.

VIII.3.8. Construirea diagramei unghiurilor cu săgeți reduse

Cînd ordonata fînsă din diagrama unghiurilor este mare (la scara la care se întocmește diagrama, depășește 40 cm) sau cînd raza curbei este mică (înclinarea dreptei din diagrama unghiurilor depășește valoarea corespunzătoare tangentei egale cu 1,5), la însumarea grafică a ordonatelor din diagrama unghiurilor, pentru obținerea diagramei sumelor, se pot produce erori importante. În asemenea cazuri se construiește diagrama unghiurilor cu săgeți reduse. Respectiv, toate săgețile, atît la curba proiectată cît și la curba existentă, se reduc cu aceeași constantă k . Intrucît construcția diagramei sumelor se face pornind de la diferențele de ordonate din diagrama unghiurilor (diferența dintre ordonata corespunzătoare liniei P și ordonata corespunzătoare liniei E), constantă k nu are influență asupra ordonatelor din diagrama sumelor.

Pentru constantă k se aleg valori întregi apropiate de valoarea săgeții medii.

În cazul construirii diagramei unghiurilor cu săgeți reduse, determinarea mărimii razei pentru curba proiectată aleasă nu se mai poate face cu relația (VIII.28).

Diagrama unghiurilor cu săgeți reduse se desfășoară pe un spațiu mai restrîns în înălțime decît diagrama unghiurilor cu săgeți normale.

VIII.4. Aplicarea ripărilor calculate pe teren

Între măsurarea săgeților și trecerea la aplicarea pe teren a ripărilor calculate trebuie ca intervalul de timp să fie cît mai redus, astfel încît curba existentă să sufere cît mai puține deformații.

Așa cum s-a arătat în primul paragraf al acestui capitol, sistemul de referință pentru raportarea ripărilor este reprezentat de curba existentă pe teren. În raport cu fața activă a firului exterior de șină, la o distanță egală cu $1700 \pm r$, de această față se plantează țărugi pe partea exterioară a curbei în dreptul tuturor punctelor de diviziune; distanța de 1700 mm reprezintă depărtarea care va rămîne între fața activă a firului exterior de șină și țărug după efectuarea deplasării laterale a liniei deformată (această depărtare ar fi putut să aibă oricare altă valoare). După plantarea țărugilor, se efectuează verificarea săgeților prin întinderea corzii între țărugi $(i-1)$ și $(i+1)$ și măsurarea săgeții în dreptul țărugului i .

Săgețile astfel măsurate trebuie să caracterizeze o curbă fără deformații. După verificarea săgeților, în cazul cînd ele corespund, se trece la riparea liniei.

Riparea liniei se poate executa cu mijloace manuale sau mecanizate cu ajutorul mașinilor grele de cale.

Capitolul IX

CALCULUL SUPRASTRUCTURII CĂII

În acest capitol se tratează despre modul de stabilire a solicitărilor în șinele și traversele de cale ferată sub acțiunea încărcărilor provocate de convoi.

Problema calculului solicitărilor în șine și traverse apare în cazul când circulă vagoane cu încărcături care depășesc sarcina pe osie admisă (când trebuie stabilită viteza de circulație limitată) sau când se schimbă alcătuirea suprastructurii căii (spre exemplu când se proiectează un nou tip de traversă, se introduce un nou tip de șină etc).

IX.1. Neregularități la cale și la roțile materialului rulant

La o cale ideală în cuprinsul unui element de profil situat în aliniament există un plan care este tangent la suprafețele de rulare ale celor două fire de șină. În realitate, datorită abaterilor la montarea elementelor suprastructurii căii, datorită uzurilor, datorită deformațiilor remanente care se acumulează în timp la cale etc, un astfel de plan ideal nu există. Luând fiecare fir de șină în parte se constată că suprafața de rulare a șinei părăsește din loc în loc planul ideal arătat mai sus. Astfel de abateri care apar în cazul căii neîncărcate de convoi (abaterile pot fi în lungul unui fir de șină sau pot fi simultan pe ambele fire de șină), constituie neregularități geometrice.

Neregularitățile geometrice în plan vertical pot fi scoase în evidență prin nivelmentul executat în lungul suprafețelor de rulare când șinele respective sînt neîncărcate de convoi.

Neregularitățile geometrice pot fi lungi sau scurte (fig. IX.1)

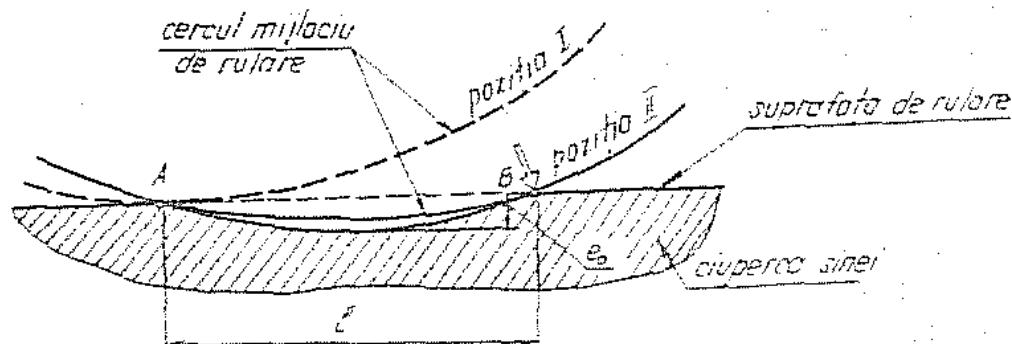


Fig. IX.1. Neregularitate geometrică scurtă

La trecerea roții peste o neregularitate geometrică scurtă, cercul de rulare nu este tangent la suprafața de rulare a șinei; acest fapt conduce la apariția unei forțe de lovire în punctul B (fig.II.1). La trecerea peste o neregularitate lungă, cercul de rulare este în permanență tangent la suprafața de rulare a șinei; și în cazul neregularităților lungi apar forțe dinamice suplimentare dar, spre deosebire de cazul neregularităților scurte, aceste forțe au o variație lină (nu apar forțe de lovire). Neregularitățile geometrice scurte au, în general, lungimea cuprinsă între 100 și 200 mm; astfel de neregularități corespund uzurii ondulatorii a șinelor, uzurilor locale provocate de patinarea roților pe șine (gropi patinate) etc. Trecerea roții peste rostul de la joantă este însoțită de apariția unei forțe de lovire; din această cauză existența unei joante este asimilată cu existența în cale a unei neregularități geometrice scurte. Neregularitățile geometrice lungi pot să apară ca urmare a acumulării deformațiilor remanente, ca urmare a montării șinelor cu o altă înclinare decât cea reglementară etc.

În lungul căii, atât neregularitățile geometrice scurte cât și cele lungi pot fi izolate, sau neîntrerupte (respectiv o succesiune de neregularități izolate).

În afara neregularităților geometrice care caracterizează situația căii neîncărcate de convoi, se mai întâlnesc neregularitățile mecanice care pot fi evidențiate când calea este încărcată. Aceste neregularități sînt cauzate de rigiditatea diferită a reazemelor situate sub talpa șinei. O astfel de variație a rigidității reazemului poate fi provocată, de exemplu, de existența unui grad diferit de îndesare a balastului în lungul căii. În comparație cu neregularitățile geometrice, neregularitățile mecanice nu pot fi decât lungi și în general vorbind, nu pot fi decât neîntrerupte, deoarece, practic, rigiditatea reazemelor în lungul căii prezintă variații (mai mari sau mai mici) continue. Existența neregularităților mecanice poate fi scoasă în evidență numai prin măsurători efectuate sub sarcină (de exemplu cu vagonul de măsurat calea).

Ațit neregularitățile geometrice cât și cele mecanice sînt caracterizate prin panta lor. La neregularitățile geometrice scurte precum și la neregularitățile geometrice lungi, panta se determină cu relația (fig.IX.1) :

$$i^{\circ}/\text{oo} = \frac{2e^{\circ}}{l} \cdot 1000 \quad (\text{IX.1})$$

În cazul neregularităților cu lungime mare se procedează astfel :

- La linia neîncărcată de convoi, se măsoară diferența de nivel Δy între puncte situate la distanța a pe suprafața de rulare a șinei, puncte care corespund mijlocului intervalului dintre traversa; panta neregularității geometrice rezultă astfel :

$$i^0/00 = \frac{\Delta y}{a} \cdot 1000 \quad (\text{IX.2})$$

- La linia încărcată de convoi, se măsoară săgețile elastice ale șinei în puncte situate la aceeași distanță a între ele (fig. IX.2), pentru o aceeași poziție a încărcării în raport cu punctul unde se efectuează măsurarea săgeții elastice. Dacă reazemele de sub șinei ar avea o aceeași rigiditate, atunci săgețile măsurate în diferite puncte ar fi egale între ele.

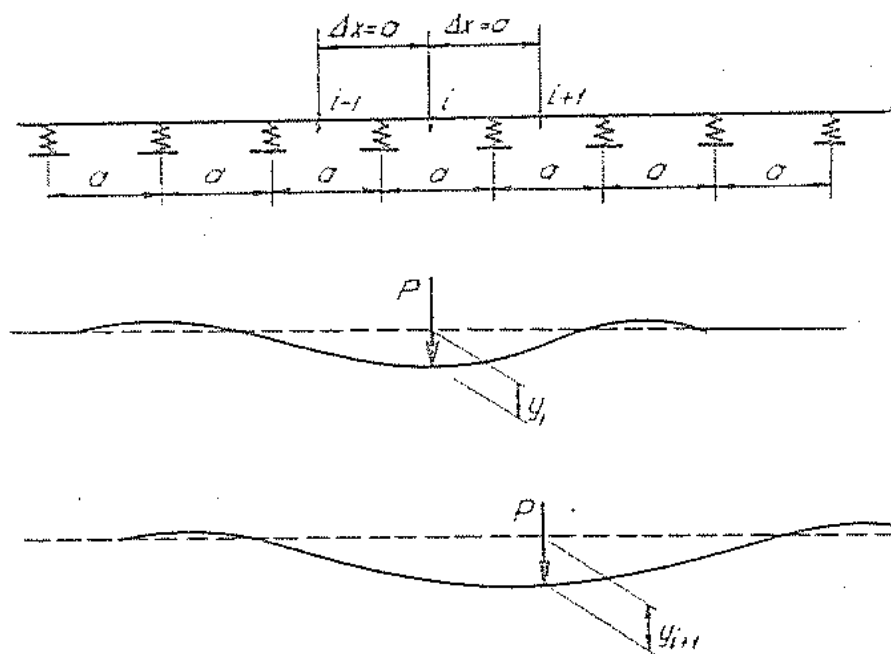


Fig. IX.2. Stabilirea pantei neregularităților mecanice lungi
a) linia încărcată; b) deformata căii pentru forța P în punctul i ; c) deformata căii pentru forța P în punctul $i+1$

În realitate, deoarece reazemele de sub talpa șinei au proprietăți de deformabilitate diferite, săgețile elastice măsurate vor fi diferite între ele. Considerînd că în punctul i se măsoară - în condițiile arătate mai sus - săgeta y_i (fig. IX.2 b) iar în punctul $i+1$ săgeta y_{i+1} (fig. IX.2 c), atunci panta neregularității mecanice este:

$$i^0/00 = \frac{y_{i+1} - y_i}{a} \cdot 1000 \quad (\text{IX.3})$$

Existența neregularităților la cale și la convoi provoacă

uzurii neuniforme în lungul cercului de rulare, ca urmare a unei strunjiri inexacte etc. În reglementările oficiale se limitează adâncimea locului plan în bandaj și bătaia radială maximă datorată excentricității și ovalității în orice secțiune a suprafeței de rulare.

Ca și în cazul neregularităților căii, neregularitățile geometrice de la reși pot fi caracterizate prin panta lor.

Astfel între mărimile e_0 , L și r există relația (fig.IX.3):

$$e_0 = \frac{L^2}{8r} \quad (IX.4)$$

Prin uzura care se produce de o parte și de alta a punctelor A și B rezultă că lungimea măsurată inițial în lungul cercului de rulare pe care se întinde neregularitatea va fi mai mare decât coarda L , sau $l = n.L$, unde $n > 1$. Panta medie a neregularității izolate de pe roată poate fi calculată cu relația :

$$i^{\circ}/\text{oo} = \frac{2e_0}{l} \cdot 1000 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{e_0}{2r}} \cdot 1000$$

IX.2. Determinarea rigidității reazemului de sub talpa șinei

Mediul aflat sub talpa traversei poate fi caracterizat prin coeficientul de tasare (C) sau prin modul de deformare (E_0) și coeficientul lui Poisson (μ_0).

După cum este cunoscut, coeficientul de tasare reflectă aproximativ proprietățile terenului, deoarece valoarea lui depinde și de mărimea suprafeței de încărcare. Modulul de deformare și coeficientul lui Poisson reflectă mai precis proprietățile terenului, deoarece, așa cum rezultă din încercări, raportul :

$$\frac{E_0}{1 - \mu_0^2}$$

care intervine la calculul tasărilor nu depinde de mărimea suprafeței de transmitere a încărcării la teren.

Ținând seama de alcătuirea traversei de cale ferată, care poate fi cu moment de inerție variabil și cu lățimea de rezemare variabilă, precum și de faptul că la montarea căii (sau imediat după buzarea traverselor^{rezemarea} are loc numai în dreptul blocheților, aplicarea formulelor bazate pe folosirea modului de deformare și a coeficientului lui Poisson este dificilă. Totodată, ținând seama de dificultățile în aprinderea tuturor factorilor care produc solicitări în elementele căii și de ipotezele simplificatoare care ar trebui admise pentru a se putea aplica mediului aflat sub talpa traversei legile

teoriei elasticității, un asemenea calcul dificil nu se justifică. De aceea la calculul solicitărilor în elementele suprastructurii căii se folosește coeficientul de tasare (c).

La grinziile pe mediu elastic (cazul traverselor de cale ferată), rezultatele calculelor avînd în vedere cele două moduri de a caracteriza deformabilitatea mediei sînt cele mai apropiate. Într-adevăr, în cazul folosirii ipotezei Winkler, presiunile care se transmit în alte puncte de pe suprafața de rezemare, vecine cu un punct M și situate sub fundație, nu au influență asupra tasării acestui punct M; în cazul folosirii teoriei elasticității, presiunile aplicate în punctele vecine punctului M, au influență asupra tasării acestuia. Apropierea între rezultatele obținute prin aplicarea celor două procedee de calcul va fi maximă cînd suprafața de transmitere a presiunilor la teren este un loc geometric pentru care influența presiunilor din celelalte puncte situate pe suprafața de transmitere asupra tasării punctului M este minimă. Un astfel de loc geometric este o linie dreaptă, iar prin aproximarea acestui caz ideal rezultă ca loc geometric o grindă,

avînd în vedere cele de mai sus, la calculul rigidității reazemului, se folosește coeficientul de tasare; între presiunile transmise de talpa traversei la patul căii (p_1) și tasările corespunzătoare unui punct oarecare 1 de pe talpa traversei (y_{11}) există relația :

$$p_1 = c \cdot y_{11} \quad (\text{IX.5})$$

Dacă traversa este încărcată de două sarcini Q în dreptul șinelor, din ecuația de echilibru pe verticală rezultă (fig.IX.4):

$$2Q = \int c \cdot y_{11} \cdot b_x \cdot dx \quad (\text{IX.6})$$

în care:

b_x este lățimea tălpii traversei.

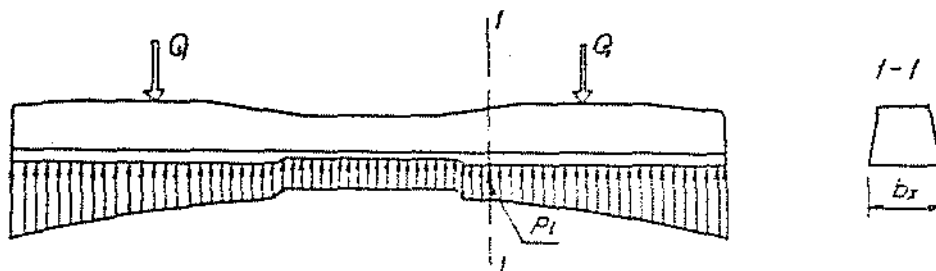


Fig.IX.4. Încărcarea simetrică a traversei

Se notează:

y_1 - tasarea punctului 1 de pe talpa traversei din dreptul șinei;

y_m - tasarea medie a traversii;

$\alpha = y_m/y_1$ - coeficientul de încovoiere al traversii;

Cu aceste notații, relația (IX.6) devine :

$$2Q = c \cdot y_m \cdot A_t \quad (IX.7)$$

sau:

$$2Q = c \cdot \alpha \cdot y_1 \cdot A_t, \quad (IX.8)$$

respectiv:

$$y_1 = \frac{Q}{c \cdot \alpha \cdot \frac{A_t}{2}} \quad (IX.9)$$

unde A_t reprezintă suprafața tălpii traversii.

Valoarea coeficientului de încovoiere al traversii rezultă din calculul traversii ca grindă pe mediu elastic. Pentru un coeficient de tasare dat, ținând seama de relațiile cu care se determină valorile y_{1i} , rezultă că α este o constantă. Drept urmare, tasarea punctului situat pe talpa traversii în secțiunea de sub șină (y_1) este direct proporțională cu încărcarea (Q).

Dacă se admite că și între deformațiile verticale ale celorlalte elemente, interpușe între talpa șinei și patul căii și sarcina care se transmite reazemului aflat sub talpa șinei (Q) există de asemenea proporționalitate directă, atunci, între forța (Q) și tasarea punctului de pe talpa șinei din dreptul reazemului (y_t) există relația :

$$D = \frac{Q}{y_t} \quad (IX.10)$$

în care mărimea D este o constantă. Descompunând tasarea y_t în părțile componente aferente diferitelor elemente 1 din alcătuirea reazemului de sub talpa șinei, relația IX.10, devine :

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{y_{1i}}{Q}} \quad (IX.11)$$

Cu alte cuvinte, rigiditatea reazemului aflat sub talpa șinei (D) este numeric egală cu forța care aplicată asupra reazemului elastic produce o tasare unitară a acestuia.

Elementele din alcătuirea reazemului care intervin în calculul mărimii D sînt:

- tasarea elastică verticală y_1 a punctului de pe talpa traversii situat în dreptul șinei;

- deformația elastică verticală y_2 a grosinii traversii pe verticala situată în dreptul șinei;

- deformația elastică verticală y_3 a plăcii suport;
- deformațiile elastice verticale y_{4-1} și y_{4-2} a plăcuțelor elastice situate între talpa șinei și placa suport și respectiv între placa suport și fața traversei.

Pentru determinarea tasării y_1 este necesar să se efectueze calculul traversei ca grindă rezemată pe mediu elastic.

La determinarea tasărilor și rotirilor pentru diferite secțiuni din lungul traversei, se poate folosi metoda Umanski - Krilov.

Deformațiile y_2 și y_3 sînt neglijabile.

Pentru determinarea deformațiilor elastice verticale y_{4-1} și y_{4-2} ale plăcuțelor elastice dintre șină și placa suport și dintre placa suport și fața traversei se pornește de la schema de încrușare a prinderii K reprezentată în fig. IV.19. Se fac următoarele notații:

- z - este deformația elastică verticală a inelului resort, cînd șina este încărcată;
- z_1 - deformația elastică verticală a inelului resort cînd șina este neîncărcată;
- λ_p - deformația elastică verticală totală a plăcuței cînd șina este încărcată;
- λ_{p1} - deformația elastică verticală a plăcuței, cînd șina este neîncărcată (produsă sub apăsarea cleștilor);
- $(\lambda_p - \lambda_{p1}) = y_{4-1}$ - deformația elastică verticală a plăcuței, cauzată de încărcarea reazemului elastic cu forța Q ;
- Q - forța care se transmite de la șină la plăcuță (este aceeași forță care a fost luată în considerare și la calcul tasării y_1);
- D_r - rigiditatea inelului resort, definită prin relația :

$$D_r = \frac{dQ_r}{dz} \quad (IX.12)$$

D_p - rigiditatea plăcuței elastice, definită prin relația:

$$D_p = \frac{dQ_p}{d\lambda_p} \quad (IX.13)$$

- Q_r - forța care presează inelul resort, cînd linia este încărcată;
- Q_{r1} - forța care presează inelul resort, cînd linia este neîncărcată;
- Q_p - forța totală care acționează asupra plăcuței elastice.

Sub acțiunea forței Q care se transmite reazemului plăcuțe

elastică dintre şină şi placa suport (1) îşi reduce grosimea iar inelul resort aflat sub piuliţa şurubului vertical se destinde. De asemenea, plăcuţa elastică dintre placa suport şi faţa traversei (2) îşi reduce grosimea, iar inelul resort de sub capul tirfonului se destinde. Pentru plăcuţa 1 se pot scrie relaţiile :

$$Q_p = 2(1/2 \cdot Q_{s1}) + Q \quad (\text{IX.14})$$

care este ecuaţia de echivalenţă pentru forţele verticale care acţionează asupra plăcuţei, şi

$$z = z_1 - \frac{1}{2} (\lambda_p - \lambda_{p1}) \quad (\text{IX.15})$$

care reprezintă relaţia de legătură dintre deformaţia plăcuţei $(\lambda_p - \lambda_{p1})$ şi destinderea inelului resort $(z - z_1)$. Relaţiile (IX.14 şi IX.15) sînt aplicabile cît timp $z > z_1$, respectiv inelul resort nu s-a destins complet şi cît timp $Q_{s1} > Q_{se}$, în care Q_{se} este forţa de presare minimă asupra inelului resort la care acesta este complet comprimat. În mod asemănător, pentru plăcuţa elastică situată între placa suport şi faţa traversei (2) se pot scrie relaţiile :

$$Q_p = 2Q_{s2} + Q \quad (\text{IX.16})$$

$$z = z_1 - (\lambda_p - \lambda_{p1}) \quad (\text{IX.17})$$

Pentru un inel resort dat şi pentru o plăcuţă elastică dată, pe baza încercărilor de laborator, pot fi găsite funcţiile :

$$z = f(Q_{s1}) \quad (\text{IX.18})$$

$$\lambda_p = f(Q_p) \quad (\text{IX.19})$$

Cunoscînd aceste funcţii, precum şi condiţiile de strîngere a elementelor de fixare (mărimile z_1 şi λ_{p1}), din perechea de relaţii (IX.14) şi (IX.15) sau (IX.16) şi (IX.17) pot fi determinate necunoscutele z şi Q_p ; găsirea soluţiilor se face prin încercări, avîndu-se în vedere că valoarea maximă pentru încărcarea totală a plăcuţei (Q_p) este egală cu: $2(\frac{1}{2}Q_{s1}) + Q$, pentru plăcuţa 1, sau cu $(2Q_{s1} + Q)$ pentru plăcuţa 2. Evident, pentru ambele plăcuţe valoarea minimă pentru Q_p nu poate scădea sub Q . Deformaţiile elastice verticale care interesează la calculul rigidităţii D sînt: $y_{4-2} = (\lambda_p - \lambda_{p1})_2$, şi $y_{4-1} = (\lambda_p - \lambda_{p1})_1$ valori corespunzătoare plăcuţelor 1 şi 2.

Avînd valorile pentru deformaţiile y_1 , y_{4-1} şi y_{4-2} se poate determina rigiditatea reazemului de sub talpa şinei cu relaţia IX.11.

Modulul de elasticitate al săii (U) se defineşte cu relaţia:

$$U = \frac{D}{a}$$

X.2o)

în care a reprezintă distanța dintre axele traverselor.

Avându-se în vedere modul de calcul a rigidității reazemului de sub talpa șinei, sînt de reținut următoarele :

1. La stabilirea rigidității reazemului de sub talpa șinei nu trebuie neglijat efectul produs de elementele interpușe între talpa șinei și patul de balast (este cazul plăcuțelor elastice).

2. Deformația elastică verticală a plăcii suport și a traverselor pot fi neglijate la calculul rigidității reazemului de sub talpa șinei, deoarece sînt mici.

3. Valorile rigidității D depind de mărimea Q_{21} , respectiv de gradul de strîngere a elementelor de fixare.

Pentru alcătuirea curentă a căii, prin calcul, se constată că influența unei încărcări situate în dreptul unuia dintre firele de șină asupra tasării elastice a patului de balast din dreptul celuilalt fir este neglijabilă. Drept urmare, calculul solicitărilor în elementele suprastructurii căii, se efectuează pe un fir de șină.

IX.3. Sîns considerată grindă continuă așezată pe reazeme elastice punctiforme acționată de sarcini concentrate aplicate static. Determinarea momentului încovoietor în șină, a sarcinii transmise reazemului și a tasării reazemului

Spre deosebire de ipoteza care consideră șina ca o grindă continuă pe mediu elastic, ipoteza care consideră șina așezată pe reazeme elastice în dreptul traverselor reflectă în mai bune condițiuni realitatea.

În literatura de specialitate se arată că între rezultatele calculelor care se fac considerînd șina rezemată continuu și considerînd șina rezemată numai în dreptul traverselor, există diferențe sub 8%. Calculele efectuate arată că este suficient din punct de vedere practic ca de o parte și de alta a secțiunii de calcul 1 să fie luate în considerare un număr de cîte 10 traverse; sarcinile aflate la distanță mai mare de: $0,60 \times 9 = 5,40$ m, nu influențează practic solicitările care se dezvoltă în secțiunea de calcul (fig.IX.5).

Aplicîndu-se spația celer cinci momente pentru sistemul static reprezentat în fig.IX.5, în lucrarea [5] se prezintă expresiile de calcul pentru momentul încovoietor (M) și sarcina pe semitraversă

(Q) care se dezvoltă în secțiunea i în funcție de poziția sarcinii și de alcătuirea constructivă a căii.

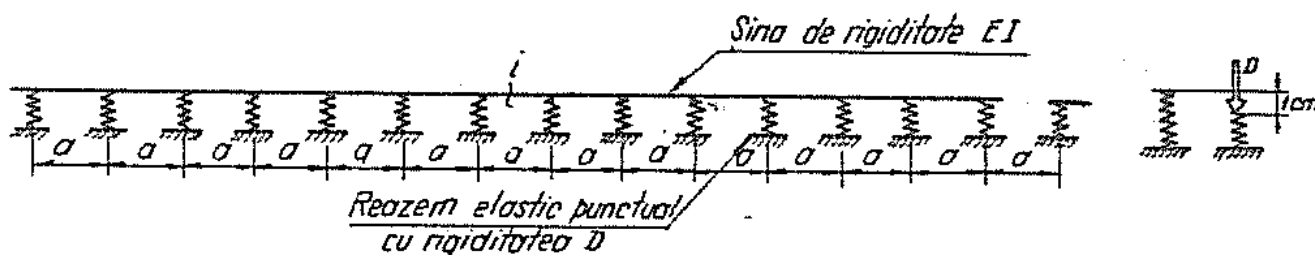


Fig. IX.5. Sina considerată grindă continuă pe reazeme elastice punctiforme

Poziția sarcinii P , față de secțiunea de calcul i este definită prin raportul n , dat de expresia :

$$n = \frac{d}{a} \quad (\text{IX.21})$$

în care:

d - este depărtarea sarcinii P față de secțiunea calcul (în valoare absolută);

a - distanța între axele traverselor.

Alcătuirea constructivă a căii este caracterizată prin coeficientul γ , definit astfel :

$$B = \frac{6 EI}{a^3} \quad (\text{IX.22})$$

$$\gamma = \frac{B}{D}$$

Semnificația mărimilor din formula IX.22 este :

EI - rigiditatea șinei ;

D - rigiditatea reazemului aflat sub talpa șinei.

În funcție de valorile coeficienților n și γ s-au întocmit tabele (tabelul IX.1) pentru mărimile K_μ și K_η care intră în expresia de calcul a momentului încovoietor (M) și a sarcinii pe semitraversa (Q); expresiile pentru M și Q sînt:

$$M = a \cdot P \cdot K_\mu \quad (\text{IX.23})$$

$$Q = P \cdot K_\eta$$

În cazul cînd șina este încărcată de un convoi de sarcini (P_i) formulele de calcul, obținute prin suprapunerea efectelor devin :

$$M = a \cdot \sum_{i=1}^l P_i K_\mu \quad (\text{IX.24})$$

$$Q = \sum_i P_i K_{\eta}$$

Pentru calculul tasării şinei, în dreptul reazemului unde se transmite pe semitraversa sarcina Q , se porneşte de la definiţia dată rigidităţii reazemului (D). Avînd în vedere această definiţie tasarea reazemului (y) este egală cu (fig.IX.6) :

$$y = \frac{Q}{D} = \frac{\sum_i P_i K_{\eta_i}}{D} \quad (IX.25)$$

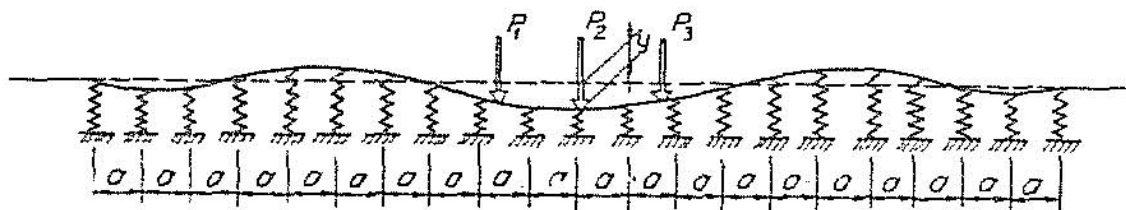


Fig.IX.6. Deformata şinei sub încărcări

Valirile coeficienţilor K_{μ} şi K_{η} , funcţie de mărimile adimensionale n şi γ , sînt reproduse în tabelul IX.1.

Formulele de calcul prezentate anterior sînt valabile în următoarele ipoteze:

1. Sina se consideră ca o grindă continuă aşezată pe reazeme elastice punctiforme identice (cu aceeaşi rigiditate) ;
2. Forţele verticale se consideră aplicate static în planul de simetrie al şinei;
3. Se admite că între presiunile din diferite puncte de sub talpa traversii şi tasările elastice din aceleaşi puncte este valabilă relaţia liniară a lui Winkler ($p = cy$), respectiv între caracteristicile de elasticitate a reazemului de sub talpa şinei (mărimea D), tasarea reazemului (y_r) şi sarcina ce încarcă reazemul (Q) este valabilă de asemenea o relaţie liniară ($Q = Dy_r$) ;
4. Se consideră că reazemele de sub talpa şinei pot prelua atât forţa de compresie cît şi forţa de întindere.

IX.4. Sina considerată grindă continuă pe mediu elastic încărcată de sarcini concentrate verticale aplicate static. Determinarea momentului încovoietor în sină, a tasărilor şinei şi a sarcinii transmise traverselor

În fig.IX.7 este prezentată schematic şina de cale ferată de rigiditate BI aşezată pe mediu elastic precum şi sistemul de axe de

coordonate la care vor fi raportate formulele de calcul. Mediul aflat sub talpa ginei este caracterizat prin modulul de elasticitate al căii (U). Sina este încărcată de o sarcină concentrată P aplicată în originea sistemului de axe de coordonate.

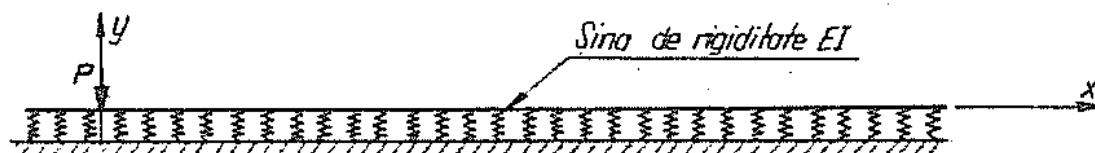


Fig.IX.7. Sina considerată grindă continuă rezemată pe mediu elastic

Pentru obținerea formulelor de calcul se pornește de la ecuația fibrei medii deformate :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = - \frac{M}{EI} \quad (IX.26)$$

În această relație momentul încovoietor este considerat pozitiv când produce întindere la fibra inferioară a grinzii. Forța tăietoare T și reacțiunea p care se dezvoltă în secțiunea de abscisă x sînt considerate pozitive dacă acționează în felul arătat în fig. IX. 8.

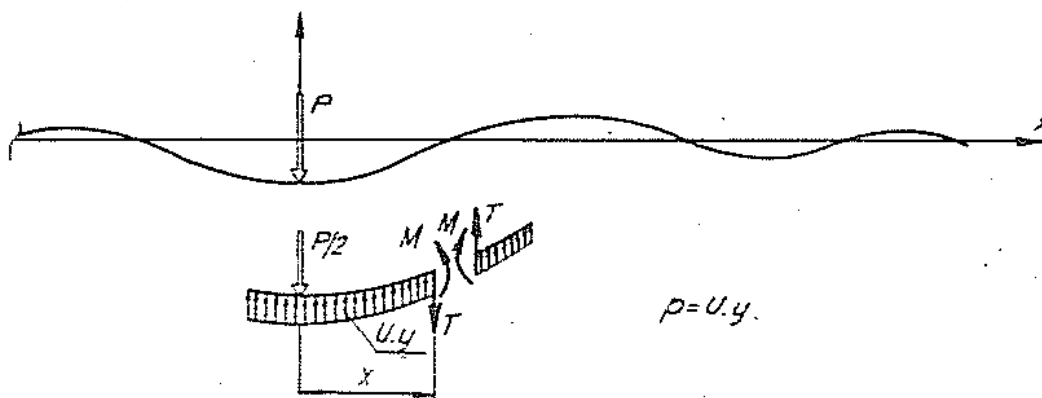


Fig.IX.8. Sistemul de axe de coordonate și convenția de semne pentru solicitări

Avînd în vedere semnificația modulului de elasticitate al căii (U), între tasarea unui punct y și reacțiunea p de sub talpa ginei există relația :

$$p = U \cdot y \quad (IX.27)$$

Dacă se derivatează relația IX.26 de două ori și se folosesc relațiile diferențelor de legătură între reacțiunea p , forța tăietoare T și momentul încovoietor M , se obține următoarea ecuație diferențială :

$$y^{IV} + \frac{U}{EI} \cdot y = 0$$

Coefficientul variabilei y se notează cu $4k^4$, rezultând :

$$y^{IV} + 4k^4 \cdot y = 0 \quad (IX.28)$$

în care pentru k rezultă relația :

$$k = \sqrt[4]{\frac{U}{4EI}} \quad (IX.29)$$

Mărimea k poartă numele de coeficient de rigiditate relativă deoarece este în funcție de raportul dintre modulul de elasticitate al săli (U) și rigiditatea șinei (EI); k se măsoară în $[cm^{-1}]$.

Prin rezolvarea ecuației diferențiale IX.28, se obțin următoarele expresii pentru tasarea elastică (y) și pentru momentul încovoiator (M) :

$$y(x) = \frac{P \cdot k}{2 U} \eta(kx) \quad (IX.30)$$

$$M(x) = \frac{P}{4 k} \mu(kx) \quad (IX.31)$$

În aceste relații, P , k și U au semnificațiile arătate mai sus, iar funcțiile $\eta(kx)$ și $\mu(kx)$ sînt date de relațiile :

$$\eta(kx) = e^{-kx} (\cos kx + \sin kx) \quad (IX.32)$$

$$\mu(kx) = e^{-kx} (\cos kx - \sin kx) \quad (IX.33)$$

În funcție de variabila (kx) variația funcțiilor (kx) și (kx) este arătate în fig.IX.9.

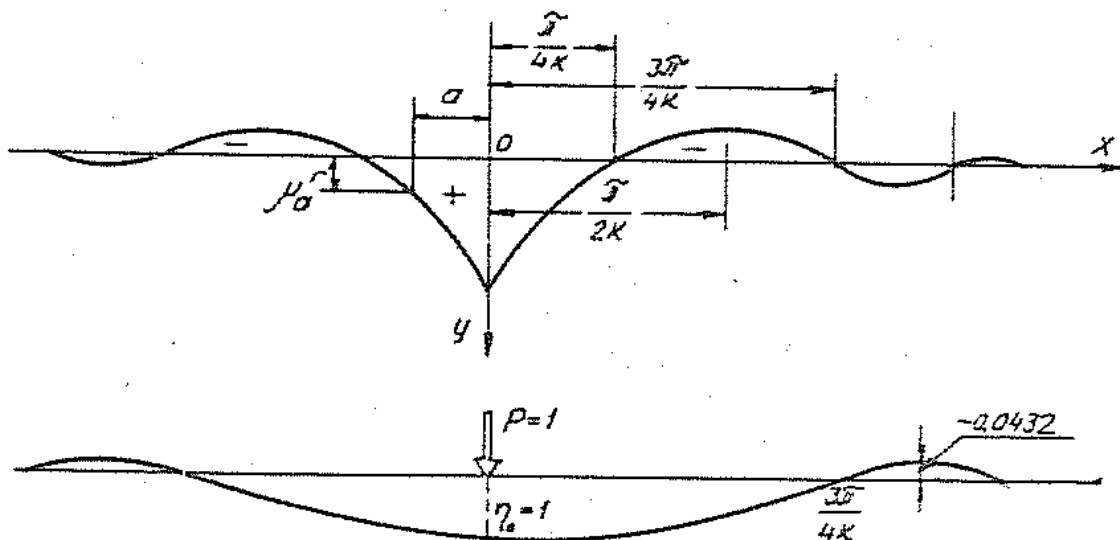


Fig.IX.9. Reprezentarea funcțiilor $\mu(kx)$ și $\eta(kx)$

Pentru o rigiditate dată a șinei, lungimile pe care se desfășoară funcțiile $\mu(kx)$ și $\eta(kx)$ depind în mare măsură de valoarea coeficientului de rigiditate relativă, respectiv de deformabilitatea mediului aflat sub talpa șinei; dacă această deformabilitate o considerăm în mod aproximativ ca fiind caracterizată de valoarea coeficientului de tasare, atunci, pentru un coeficient de tasare mic (pat moale) aceste lungimi sînt de circa $2,5\sqrt{\frac{a}{k}}$ mai mari decît în cazul unui coeficient de tasare mare.

Cunoscînd distribuția reacțiunilor (p), sarcina Q care revine unei traverse de la un fir de șină este :

$$Q = \int p \cdot dx = \int U \cdot y \cdot dx$$

Dacă, în mod aproximativ, se consideră că pe toată lungimea (a) aferentă unei traverse tasarea elastică este constantă și egală cu tasarea în dreptul traversei respective, atunci pentru sarcină Q rezultă :

$$Q = U \cdot y \cdot a.$$

respectiv:

$$Q = \frac{P \cdot k \cdot a}{2} \eta(kx) \quad (IX.34)$$

În expresiile anterioare, M , Q și y apar în secțiunea situată la distanța x de punctul de aplicație al forței (P). Funcțiile $\eta(kx)$ și $\mu(kx)$ pot fi considerate și ca linii de influență pentru determinarea solicitărilor în secțiunea i ; acest fapt se justifică prin aceea că ordonatele y_{12} și y_{21} , din fig. IX.10 sînt egale între ele.

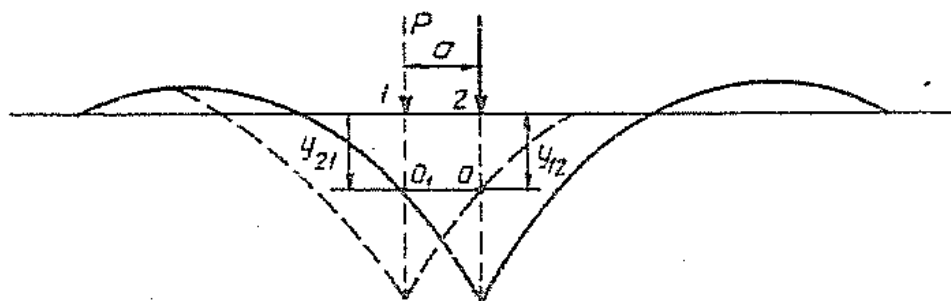


Fig. IX. 10. Folosirea funcției $\eta(kx)$ ca linie de influență.

Admițîndu-se principiul suprapunerii efectelor, pentru cazul cînd asupra șinei acționează un convoi de sarcini aplicate static, expresiile de calcul pentru M , Q și y din secțiunea i sînt :

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{k}{2U} \sum_{i=1}^l P_i \cdot \eta(kx_i) \\ M &= \frac{1}{4k} \sum_{i=1}^l P_i \cdot \mu(kx_i) \\ Q &= \frac{k \cdot a}{2} \sum_{i=1}^l P_i \cdot \eta(kx_i) \end{aligned} \quad (IX.35)$$

În expresiile IX.35, abscisa (x_i) reprezintă depărtarea de la secțiunea 1 pînă la forța P_i .

Avînd în vedere cele arătate în legătură cu funcțiile $\eta(kx)$ și $\mu(kx)$ se poate spune: cînd deformabilitatea mediului aflat sub talpa șinei este mare (valori reduse pentru coeficientul de tasare sau pentru modulul de elasticitate al căii) se obțin momente încovoietoare și tasări mai mari decît atunci cînd mediul aflat sub talpa șinei este puțin deformatibil; dimpotrivă, sarcina care revine la semitraversă este mai mare cînd mediul este puțin deformabil.

IX.5. Verificarea șinei de cale ferată sub încărcarea dată de convoi

În funcție de schema statică de calcul aleasă pentru determinarea solicitărilor și deformațiilor șinelor de cale ferată sub acțiunea sarcinilor verticale aplicate static, metodele de calcul pot fi împărțite în două grupe :

În prima grupă șina este considerată grindă continuă așezată pe reazeme elastice punctiforme situate în dreptul traverselor de cale ferată. Numărul maxim de reazeme elastice punctiforme situat de o parte și de alta a secțiunii de calcul, care a fost luat în considerare și pentru care există tabele ajutătoare de calcul, este de 10 reazeme. Reazemele elastice sînt caracterizate prin rigiditatea lor D ; rigiditatea reazemului (D) se consideră aceeași pentru toate reazemele de sub talpa șinei. Pentru grinda de lungime infinită, așezată pe reazeme elastice identice, există rezolvarea dată de Ellington

. În IX.3 sînt prezentate formulele de calcul necesare pentru determinarea solicitărilor și deformațiilor șinelor încărcate de forțe verticale aplicate static.

În grupa a doua de metode, șina este considerată ca grindă continuă rezemată pe mediu elastic. Mediul aflat sub talpa șinei este caracterizat în acest caz prin modulul de elasticitate al căii (U), considerat constant în lungul șinei.

În IX.4 sînt prezentate formulale de calcul necesare pentru determinarea solicitărilor și deformațiilor șinelor, încărcate cu forțe verticale aplicate static.

Este de remarcă că în cazul ambelor grupe, de metode formulele de calcul sînt stabilite pentru un fir de șină și nu pentru calea în ansamblu, în situația cînd firul de șină este încărcat cu forțe verticale aplicate static. Luarea în considerare a unui singur fir de șină este justificată, deoarece influența unei sarcini situate pe celălalt fir de șină asupra tasării firului de șină pentru care se efectuează calculul este neglijabilă. Pentru că formulele stabilite pentru sarcinile verticale aplicate static să rămîină aceleași și în cazul sarcinilor dinamice, la calculul solicitărilor în elementele suprastructurii căii se acceptă ipoteza Petrov [19], care se enunță astfel: linia elastică a șinei sub influența unei încărcări dinamice are aceeași formă și mărime cu linia elastică a șinei care se obține sub influența unei încărcări statice egale cu încărcarea dinamică.

Pentru prima grupă de metode, trecerea de la eforturile unitare corespunzătoare forțelor verticale aplicate static (sarcinile pe roată ale vehiculului) la eforturile unitare efective care apar în cazul vehiculului în mișcare este dificilă. Trebuie, ca în cazul unei astfel de treceri, să se țină seama de numeroși factori, între care :

forțele transmise de vehicule sînt forțe dinamice; în afara forțelor verticale, asupra șinelor acționează și forțe orizontale transversale și longitudinale căii; atât la cale cît și la roți pot exista diferite neregularități care conduc la sporirea forței de interacțiune dintre convoi și cale. Acțiunea acestor factori, din cauza dificultăților, nu se evaluează direct, ci se procedează astfel : eforturile unitare din șină corespunzătoare sarcinilor verticale aplicate static se înmulțesc cu un coeficient dinamic, iar rezultatul obținut se compară cu un efort unitar convențional; acest efort este cu mult sub valoarea efortului unitar admisibil, întîlnit în cazul altor construcții metalice. Prin aplicarea coeficientului dinamic se ține seama de faptul că sarcinile verticale care încarcă șina se aplică dinamic și de asemenea se ține seama de faptul că la stabilirea formulelor de calcul s-au făcut anumite ipoteze simplificatoare. Prin alegerea mărimei efortului convențional se ține seama de existența acțiunii forțelor orizontale și de efectul neregularităților de la cale și de la roțile vehiculelor. Spre exemplu, în cazul unei rezistențe la rupere de circa 7000 kgf/cm^2 , efortul unitar convențional se

consideră doar 1500 kgf/cm².

Metoda folosită la CFR este prezentată în lucrările [13].

Si în cazul celei de a doua grupe de metode, trecerea de la eforturile unitare statice la cele efective, care apar sub acțiunea vehiculului în mișcare, este de asemenea dificilă (din aceleași cauze). Verificarea șinelor în cadrul acestei a doua grupe de metode, se face, ca mai înainte, prin folosirea unui coeficient dinamic explicit (ca în cazul primei grupe de metode), sau adăugând la eforturile unitare, care au rezultat sub acțiunea încărcării verticale aplicate static, o serie de alte eforturi unitare suplimentare în funcție de diferitele neregularități posibile la cale și la roată, ținând seama totodată de probabilitatea ca astfel de neregularități (respectiv de eforturi unitare suplimentare) să fie întâlnite simultan în secțiunea de calcul; efortul unitar astfel rezultat se înmulțește cu un coeficient f , care reprezintă acțiunea forțelor orizontale transversale (în norme de calcul, valoarea coeficientului f este dată în funcție de raza curbei, de felul vehiculului și felul roții din dreptul secțiunii de calcul, precum și de tipul șinei; pentru aliniament coeficientul f este mai mare ca unitatea^{x)}). Efortul unitar astfel obținut, care ține seama deci de efectul sarcinilor verticale, de efectul neregularităților de la cale și de la roți și de efectul forțelor orizontale transversale căii, se compară cu un efort admisibil σ_a , stabilit pe baza relației :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_c}{\beta} \Delta \sigma_t \quad (IX.36)$$

în care:

σ_c este efortul unitar de curgere;

β - coeficientul de siguranță;

$\Delta \sigma_t$ - efortul unitar datorat acțiunii temperaturii; această valoare este în funcție de tipul de suprastructură a căii și de lungimea panourilor de șine.

La CFR, verificarea eforturilor unitare în șine se efectuează în felul următor :

1. Se calculează momentul încovoietor care corespunde sarcinilor verticale aplicate static cu relația aproximativă :

$$M = \frac{SK + 7}{4K + 10} \cdot \frac{G \cdot a}{4} \quad (IX.37)$$

în care:

$$K = \frac{6 \cdot EI}{c \cdot L \cdot b \cdot a^3};$$

x) datorită forțelor de șerpuire

- E este modulul de elasticitate al oțelului $[kgf/cm^2]$;
 I - momentul de inerție al secțiunii șinei în raport cu axa principală orizontală $[cm^4]$;
 a - coeficientul de tasare $[kgf/cm^3]$; în calcule acest coeficient se alege în funcție de natura materialului din prisma de balast și din terasamente ;
 L - jumătate din lungimea traversei $[cm]$;
 b - lățimea traversei $[cm]$;
 s - distanța între axele traverselor $[cm]$;
 G - greutatea care se transmite de la roată la șină, când viteza este egală cu zero $[kgf]$.

Această formulă aproximativă a fost obținută de Zimmermann; șina se consideră grindă continuă, cu lungimea egală cu 3 distanțe dintre axele traverselor, rezemată pe mediu elastic și încărcată în centrul deschiderii mijlocii cu o sarcină concentrată (sarcina G).

2. Se alege coeficientul dinamic în funcție de viteză.

Pentru coeficientul dinamic sînt indicate valori cuprinse între 1,05 (pentru viteze sub 10 km/h) și 2,4 (pentru viteze peste 70 km/h).

3. Se calculează efortul unitar din șină (R_d) corespunzător sarcinii aplicate dinamic sau relația :

$$R_d = \varphi \cdot \frac{M}{W} \quad (II.38)$$

în care W reprezintă modulul de rezistență al secțiunii șinei, iar φ este coeficientul dinamic.

4. Se compară valoarea R_d cu limita admisibilă. Limita admisibilă se alege astfel :

- pentru șinele fabricate din anul 1925 pînă în anul 1927, limita admisibilă se consideră egală cu $3400 kgf/cm^2$;
- pentru șinele fabricate începînd cu anul 1928, această limită se consideră egală cu $4000 kgf/cm^2$.

Ca schemă statică, admisă pentru determinarea momentului încovoietor sub acțiunea sarcinilor verticale aplicate static, metoda în vigoare la CFR face parte din cea de a doua grupă de metode (șina considerată ca grindă pe mediu elastic), însă lungimea șinei este limitată la 3 distanțe dintre axele traverselor și se ia în considerare o singură roată. Ca diferență față de celelalte metode care folosesc coeficientul dinamic^{x)} în cadrul metodei folosite la CFR, coeficientul

x) Valoarea maximă a coeficientului dinamic în cadrul acestor metode este 1,6 - 1,8.

dinamic, în special pentru vitezele mari, este mai mare. Trebuie să se observe în același timp că efortul unitar admisibil în cazul metodei folosite la CFR este mai mare decât în cazul celorlalte metode.

IX.6. Calculul solicitărilor la traversa de cale ferată

Elementele de bază necesare pentru stabilirea solicitărilor la traverse au fost prezentate în cea mai mare parte în paragrafele anterioare.

La stabilirea rigidității reazemelor situate sub talpa șinei (IX.2) au fost luate în considerare două ipoteze referitoare la rezemarea traversei pe patul de balast : rezemarea traversei numai în dreptul blocheților și rezemarea traversei pe toată lungimea ei. Dacă se ține seama de modul cum lucrează o secțiune transversală prin cale în timp se constată că ipotezele de mai sus sînt justificate.

După barare, rezemarea traverselor are loc numai în dreptul blocheților. Pe măsură ce se produc tasări remanente în zona blocheților, traversa ajunge în situația de a se rezema pe patul de balast și în zona centrală. Se poate presupune că, în momentul cînd rezemarea este pe toată lungimea traversei, au avut loc tasări remanente importante în lungul căii, care impun rectificarea nivelului (execuția unui nou baraj).

La analiza solicitărilor în elementele căii trebuie luate în considerare toate situațiile de rezemare ale traversei (rezemare în dreptul blocheților și rezemare pe toată lungimea traversei), iar pentru fiecare situație în parte, diferite valori ale coeficientului de tasare (corespunzătoare diferitelor grade de îndesare a balastului de sub talpa traverselor).

Solicitările traversei se determină prin efectuarea calculului acestora ca grindă rezemată pe mediu elastic.

Pentru anteditensionarea traverselor de beton, se folosesc calcule simplificate. Astfel, recomandările O.C.C.F. din anul 1958 indică următoarea succesiune a calculului: pentru obținerea solicitărilor.

1. Se calculează sarcinile simetrice care se transmit de la șină la traverse cu relația (fig. IX.3) :

$$Q = \varphi \cdot \alpha \cdot P_{st} \quad (IX.39)$$

în care:

- φ - este un coeficient dinamic egal cu 1,6 pînă la 1,8;
- α - coeficient de repartiție în lung, egal cu 0,6, care ține seama de faptul că, datorită rigidității EI a șinei,

sarcina de la roată nu se transmite în întregime traverselor aflate sub roată;

P_{st} - sarcina statică transmisă de roată la şină.

2. Se calculează presiunea uniformă, corespunzătoare sarcinii Q , considerînd că această sarcină concentrată se distribuie în lungul traverselor pe 30 cm.

3. Pentru stabilirea momentului maxim negativ care soliciată traversa în zona centrală se acceptă ipoteza de distribuţie a reacţiunilor conform schemei din fig. IX.11.

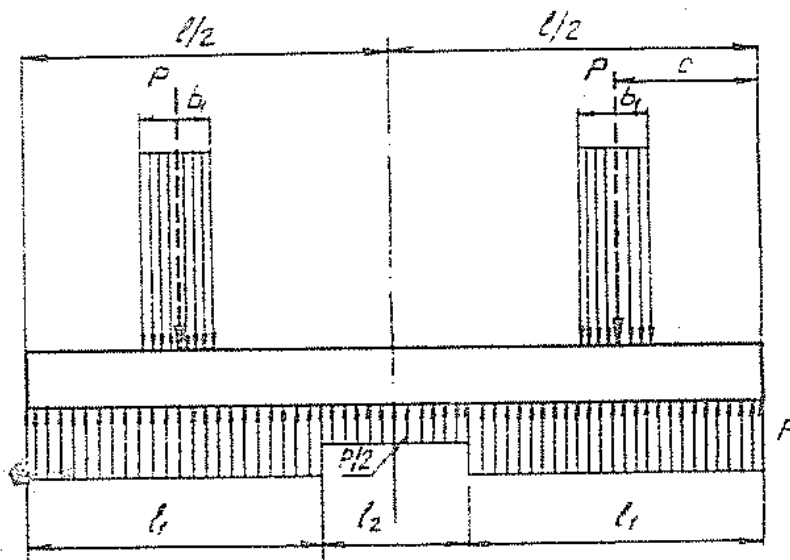


Fig. IX.11. Ipoteză de încărcare pentru calculul momentului maxim negativ la mijlocul traverselor.

4. Pentru stabilirea momentului maxim pozitiv care soliciată traversa în secțiunea din dreptul șinei se acceptă ipoteza de distribuție a reacțiilor conform schemei din fig. IX.12.

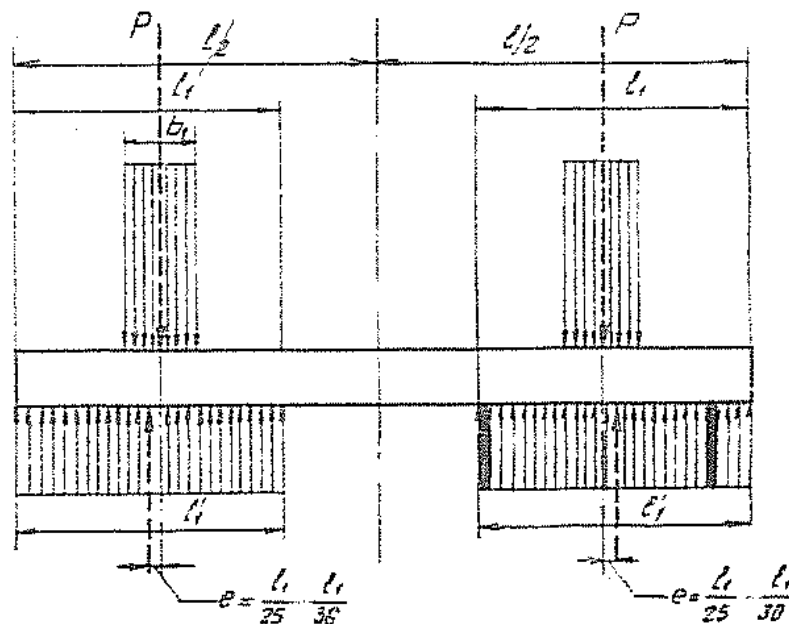


Fig. IX.12. Ipoteză de încărcare pentru stabilirea momentului maxim pozitiv la blocați

Tabelul IX.1

Valoarea coeficientului K_p

$\gamma \backslash n$	0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25
0	0,171	0	-0,023	-	0	-	0,008	-	0	-	0,032	-
0,1	0,186	0,011	-0,032	0,023	0,013	-0,004	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0
0,25	0,277	0,24	-0,033	0,032	0,025	-0,009	-0,004	0	0,01	0,001	1	0,001
0,5	0,225	0,09	-0,031	0,037	-0,034	-0,028	-0,021	0,014	-0,008	-0,008	1	1
0,75	0,241	0,51	-0,028	0,040	-0,040	-0,035	-0,029	-0,021	-	14	4	1
1,0	0,255	0,62	-0,025	0,043	-0,043	-0,041	-0,033	-0,027	-	20	8	4
1,25	0,265	0,71	-0,021	-0,033	-0,045	-0,045	-0,041	-0,033	-	25	-0,012	-0,007
1,5	0,275	0,79	-0,018	-0,038	-0,047	-0,048	-0,044	-0,037	-	30	15	6
1,75	0,284	0,86	-0,015	-0,037	-0,048	-0,051	-0,048	-0,041	-	34	19	8
2,0	0,292	0,92	-0,012	-0,036	-0,049	-0,053	-0,051	0,045	-	37	22	10
2,25	0,299	0,99	-0,009	-0,034	-0,049	-0,054	-0,054	-0,048	-	41	-0,033	-0,025
2,5	0,305	0,04	-0,006	-0,033	-0,049	-0,055	-0,055	-0,051	-	44	35	28
2,75	0,312	0,09	-0,004	-0,031	-0,049	-0,056	-0,056	-0,053	-	47	39	31
3,0	0,318	0,14	0	-0,030	-0,049	-0,057	-0,059	-	50	43	42	34
3,25	0,323	0,18	0,003	-0,028	-0,048	-0,057	-0,061	-	55	52	-0,045	-0,037
3,5	0,328	0,24	0,006	-0,026	-0,048	-0,058	-0,062	-	60	60	47	39
3,75	0,333	0,28	0,009	-0,024	-0,047	-0,058	-0,063	-	61	61	49	42
4,0	0,338	0,32	0,011	-0,025	-0,046	-0,058	-0,064	-	63	63	51	44
4,25	0,343	0,36	0,014	-0,021	-0,046	-0,058	-0,064	-	64	64	-0,051	-0,043
4,5	0,347	0,40	0,016	-0,019	-0,045	-0,059	-0,065	-	66	66	55	48
4,75	0,351	0,44	0,018	-0,018	-0,044	-0,058	-0,066	-	67	67	57	50
5,0	0,355	0,47	0,021	-0,016	-0,043	-0,058	-0,066	-	68	68	59	51
5,25	0,359	0,51	0,023	-0,015	-0,043	-0,058	-0,066	-	69	69	-0,060	-0,053
5,5	0,363	0,54	0,025	-0,013	-0,042	-0,058	-0,067	-	70	70	62	55
5,75	0,367	0,58	0,028	-0,012	-0,041	-0,058	-0,067	-	70	70	63	57
6,0	0,370	0,61	0,030	-0,010	-0,040	-0,058	-0,068	-	71	71	64	58
6,25	0,374	0,64	0,032	-0,009	-0,039	-0,058	-0,068	-	72	72	-0,050	-0,060
6,5	0,377	0,67	0,034	-0,008	-0,038	-0,058	-0,068	-	72	72	67	61
6,75	0,380	0,70	0,036	-0,006	-0,037	-0,058	-0,068	-	73	73	68	62
7,0	0,383	0,73	0,038	-0,005	-0,036	-0,058	-0,068	-	73	73	69	64
7,25	0,386	0,75	0,040	-0,004	-0,036	-0,057	-0,069	-0,074	-0,074	-0,070	-0,065	-0,057
7,5	393	178	42	2	35	57	69	74	75	71	66	59
7,75	392	181	44	1	34	57	69	75	75	72	67	60
8,0	395	184	45	0	33	57	69	75	76	73	68	61
8,25	397	186	47	0,001	32	56	69	75	76	-0,074	-0,069	-0,062
8,5	400	189	49	3	31	55	69	75	77	75	71	64
8,75	403	191	51	4	30	55	68	76	77	76	72	65
9,0	406	194	53	5	29	55	68	76	78	77	73	66
9,25	408	196	55	6	28	54	68	76	78	-0,077	-0,074	-0,067
9,5	411	199	57	8	27	54	68	76	79	78	75	68
9,75	413	201	59	9	26	53	68	77	79	79	76	69
10,00	416	203	60	10	25	53	68	77	80	80	78	70

Tabelul IX.1
(continuare)

T	n	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,25
0		0	—	0,001	—	0	—	0	—	0	0	0	
0,1		0	0	0	0	0	—	0	—	0	0	0	
0,25		0,001	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	
0,5		1	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	
0,75		1	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	
1,0		1	1	2	2	2	2	1	0,001	0,001	0	0	
1,25		— 0,004	— 0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0	0
1,5		— 1	— 2	0	1	2	2	2	2	2	1	0,001	—
1,75		— 3	— 4	0,001	1	2	2	2	2	2	1	1	0,001
2,0		— 10	— 6	3	0	1	2	2	2	3	2	1	1
2,25		— 0,012	— 0,008	— 0,004	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
2,5		— 15	— 10	— 6	— 3	0	— 1	2	2	2	2	2	2
2,75		— 17	— 12	— 7	— 4	— 0,001	— 1	1	2	2	3	2	2
3,0		— 19	— 13	— 9	— 5	— 2	0	1	2	2	3	2	2
3,25		— 0,022	— 0,015	— 0,010	— 0,006	— 0,003	— 0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002
3,5		— 24	— 17	— 12	— 7	— 4	— 1	0	1	2	2	3	2
3,75		— 26	— 19	— 14	— 9	— 5	— 2	0	1	2	2	3	3
4,0		— 28	— 21	— 15	— 10	— 6	— 3	— 0,001	1	2	2	3	3
4,25		— 0,034	— 0,023	— 0,017	— 0,011	— 0,007	— 0,004	— 0,001	0	0,002	0,002	0,003	0,003
4,5		— 31	— 23	— 18	— 0,013	— 8	— 5	— 2	0	1	2	3	3
4,75		— 34	— 25	— 20	— 14	— 9	— 5	— 3	0	1	2	3	3
5,0		— 35	— 26	— 21	— 15	— 10	— 6	— 3	0,001	1	2	3	3
5,25		— 0,037	— 0,030	— 0,023	— 0,017	— 0,011	— 0,007	— 0,001	0,001	0	0,002	0,002	0,003
5,5		— 39	— 31	— 24	— 18	— 12	— 8	— 5	2	0	1	2	3
5,75		— 41	— 33	— 26	— 19	— 13	— 9	— 5	3	0	1	2	3
6,0		— 42	— 34	— 27	— 20	— 15	— 10	— 6	3	0,001	1	2	3
6,25		— 0,044	— 0,036	— 0,028	— 0,022	— 0,016	— 0,011	— 0,007	0,004	0,001	0,001	0,002	0,003
6,5		— 45	— 37	— 30	— 23	— 17	— 12	— 8	4	2	0	2	2
6,75		— 47	— 39	— 31	— 24	— 18	— 13	— 8	5	2	0	1	2
7,0		— 48	— 40	— 33	— 25	— 19	— 14	— 9	5	3	0	1	2
7,25		— 0,049	— 0,041	— 0,034	— 0,027	— 0,020	— 0,015	— 0,010	— 0,006	0,003	0,001	0,001	0,002
7,5		— 51	— 43	— 35	— 28	— 21	— 16	— 11	7	4	1	1	2
7,75		— 52	— 44	— 36	— 19	— 22	— 17	— 12	8	4	2	0	1
8,0		— 53	— 45	— 38	— 30	— 23	— 18	— 12	8	5	2	0	1
8,25		— 0,051	— 0,046	— 39	— 0,031	— 24	— 18	— 13	— 0,039	0,005	0,003	0,003	0,001
8,5		— 56	— 48	— 40	— 32	— 25	— 19	— 14	9	6	3	0	1
8,75		— 57	— 49	— 41	— 33	— 26	— 20	— 15	10	6	4	0,001	0
9,0		— 58	— 50	— 42	— 35	— 27	— 21	— 16	11	7	4	1	0
9,25		— 0,059	— 0,051	— 0,043	— 0,036	— 0,028	— 0,022	— 0,017	— 0,011	0,007	0,004	0,001	0
9,5		— 60	— 53	— 45	— 37	— 29	— 23	— 18	— 12	8	5	2	0,001
9,75		— 61	— 54	— 46	— 38	— 30	— 24	— 19	— 13	8	5	2	1
10,0		— 62	— 55	— 47	— 39	— 31	— 24	— 19	— 11	9	5	3	1

Tabelul IX. 1
(continuare)

$\frac{t}{n}$	6,5	6,75	7,0	7,25	7,5	7,75	8,0	8,25	8,5	8,75	9,0	9,25	9,5	9,75	10,0
0	0		0		0		0		0		0		0		0
0,1	0		0		0		0		0		0		0		0
0,25															
0,5	0		0		0		0		0		0		0		
0,75	0		0		0		0		0		0		0		
1,0															
1,25															
1,5	0														
1,75	0	0													
2,0	0,001	0	0		0		0		0		0		0		
2,25	0,001	0,001	0	0	0										
2,5	1	1	0,001	0	0										
2,75	1	1	1	0,001	0	0									
3,0	2	1	1	1	0,001	0	0								
3,25	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0								
3,5	2	2	1	1	1	1	0								
3,75	2	2	2	1	1	1	0,001	0							
4,0	2	2	2	2	1	1	1	0	0		0		0		
4,25	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0							
4,5	3	2	2	2	2	1	1	0,001							
4,75	3	3	2	2	2	1	1	1							
5,0	3	3	2	2	2	2	1	1	0	0	0		0		
5,25	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0					
5,5	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0					
5,75	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0				
6,0	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0,001	0		0		
6,25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0	0			
6,5	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	0,001	0			
6,75	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0	0		
7,0	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	0,001	0		
7,25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	
7,5	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0,001	0	
7,75	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0
8,0	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0,001	0
8,25	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0
8,5	2	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0,001
8,75	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
9,0	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
9,25	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
9,5	1	2	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
9,75	1	2	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
10,00	1	2	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1

Tabelul IX. 2

Valearea coeficientului K

$\frac{K}{T}$	0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25
0	1	0,600	0	0	-0,127	0	0	0	0,034	0	0	0
0,1	0,842	511	0,109	-0,012	-0,056	0,055	-0,033	-0,015	-0,005	0	0,002	0,002
0,25	730	525	075	-0,061	-0,002	0,27	033	30	23	0,012	05	0,002
0,5	636	486	217	0,117	0,049	009	017	28	29	24	18	12
0,75	583	461	235	43	076	030	601	19	25	26	22	17
1	544	441	245	62	096	047	013	08	23	24	23	20
1,25	0,517	0,427	0,250	0,173	0,110	0,060	0,024	0,031	0,014	0,021	0,023	0,022
1,5	435	0,414	253	180	121	071	034	08	08	17	21	22
1,75	477	0,403	255	186	128	080	042	16	03	13	19	21
2,0	462	0,393	256	191	134	088	049	22	02	10	17	20
2,25	0,449	0,385	0,256	195	0,140	0,093	0,055	0,037	0,036	0,036	0,014	0,012
2,5	438	378	253	198	144	037	060	32	10	03	12	17
2,75	428	372	256	0,236	147	101	065	37	14	9	10	15
3,0	418	366	255	202	150	006	069	42	18	0,033	05	4
3,25	0,410	0,360	0,255	0,263	0,153	0,110	0,073	0,045	0,022	0,036	0,036	0,012
3,5	403	0,355	254	203	155	114	076	43	25	18	04	11
3,75	396	350	253	204	157	117	079	51	28	11	01	9
4,0	390	346	253	204	159	120	082	54	31	13	01	8
4,25	0,384	0,342	0,252	0,264	0,160	0,122	0,085	0,057	0,033	0,016	0,033	0,015
4,5	379	338	251	205	161	124	087	59	36	18	04	5
4,75	374	334	250	205	162	125	089	62	38	20	06	4
5	369	331	249	206	164	127	091	64	40	22	08	2
5,25	0,365	0,328	0,248	0,266	0,164	0,128	0,093	0,065	0,042	0,024	0,029	0,011
5,5	361	325	247	206	165	129	095	68	44	26	11	0
5,75	357	322	246	206	166	130	097	70	46	27	13	0,002
6,0	353	319	245	206	167	131	098	71	47	29	14	5
6,25	0,349	0,317	0,245	0,207	0,167	0,132	0,100	0,073	0,049	0,030	0,015	0,004
6,5	346	314	244	207	168	134	101	74	51	32	17	5
6,75	343	312	243	207	169	134	102	75	52	33	18	6
7,0	340	309	242	206	169	135	103	76	54	35	19	7
7,25	0,337	0,307	0,241	0,206	0,170	0,136	0,105	0,076	0,055	0,031	0,021	0,008
7,5	344	305	240	206	170	137	106	79	56	38	22	9
7,75	331	303	240	205	170	137	107	80	58	39	23	11
8,0	328	301	239	205	170	138	108	81	59	40	24	12
8,25	0,326	0,299	0,239	0,204	0,170	0,138	0,108	0,082	0,060	0,041	0,025	0,013
8,5	324	297	238	204	171	139	109	83	61	42	26	14
8,75	321	295	237	203	171	139	110	84	62	43	27	15
9,00	319	294	236	203	171	140	111	85	63	44	28	16
9,25	0,317	0,291	0,236	0,203	0,171	0,140	0,111	0,085	0,064	0,045	0,029	0,017
9,5	315	290	235	203	171	140	112	87	65	46	30	18
9,75	313	288	234	202	171	141	113	88	66	47	31	19
10,00	311	287	233	202	171	141	114	89	67	48	32	20

Tabelul IX. 2
(continuare)

	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,25	6,5
0	-0,009		0		0,002		0		-0,001		0		0
0,1	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0,25	0	01	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0		0
0,5	0,008	04	1	0	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0
0,75	13	08	5	0,002	1	1	1	1	1	1	0,001	0,001	0,001
1	17	12	8	5	3	1	0	1	1	1	1	1	1
1,25	0,013	0,015	0,011	0,007	0,005	0,003	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001
1,5	20	16	13	9	6	4	2	0,001	0	0	1	1	1
1,75	20	17	15	11	8	6	3	2	0,001	0	0	1	1
2,0	20	18	16	13	10	7	5	3	1	0,001	0	0	1
2,25	0,020	0,019	0,006	0,011	0,011	0,008	0,006	0,004	0,002	0,001	0	0	0
2,5	13	19	17	14	12	9	7	5	3	2	0,001	0	0
2,75	18	19	17	15	13	10	8	6	4	2	1	0,001	0
3,0	17	18	17	15	13	11	9	6	4	3	2	1	0
3,25	0,016	0,017	0,016	0,014	0,012	0,009	0,003	0,007	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001
3,5	15	17	17	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1
3,75	14	17	17	16	15	13	11	8	6	5	3	2	1
4,0	13	16	17	16	15	13	11	9	7	6	4	3	1
4,25	0,012	0,015	0,016	0,016	0,015	0,014	0,012	0,010	0,008	0,006	0,004	0,003	0,002
4,5	11	15	16	16	15	14	12	10	8	6	5	3	2
4,75	10	14	16	16	16	14	10	10	9	7	5	4	2
5,0	9	13	15	16	16	15	13	11	9	7	5	4	3
5,25	0,008	0,012	0,015	0,016	0,016	0,015	0,013	0,011	0,009	0,007	0,006	0,004	0,003
5,5	7	12	14	16	15	15	13	12	10	8	6	5	3
5,75	5	11	14	15	15	15	13	12	10	8	6	5	4
6,0	5	10	13	15	15	15	14	12	10	8	7	5	4
6,25	0,004	0,009	0,013	0,015	0,015	0,015	0,014	0,012	0,011	0,009	0,007	0,006	0,004
6,5	3	9	12	14	15	15	14	12	11	9	7	6	4
6,75	2	8	12	14	15	15	14	13	11	9	8	6	5
7,0	1	7	11	13	15	15	14	13	11	10	8	7	5
7,25	0	0,007	0,011	0,013	0,014	0,015	0,014	0,013	0,012	0,010	0,008	0,007	0,005
7,5	0,001	6	10	13	14	14	14	13	12	10	9	7	0,006
7,75	2	5	10	12	14	14	14	13	12	10	9	7	6
8,0	2	4	9	12	14	14	14	13	12	11	9	8	6
8,25	0,003	0,004	0,008	0,011	0,014	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,009	0,008	0,007
8,5	4	3	8	11	13	14	14	13	12	11	10	8	7
8,75	5	2	7	11	13	14	14	13	12	11	10	8	7
9,00	6	1	7	11	13	14	14	13	12	11	10	8	7
9,25	0,007	0	0,007	0,010	0,013	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,008	0,007
9,5	8	0	6	9	12	13	14	14	13	12	10	9	7
9,75	9	0,001	6	9	12	13	14	14	13	12	11	9	8
10,00	9	1	5	9	12	13	14	14	13	12	11	9	8

Tabelul IX. 2
(continuare)

γ	6,75	7,0	7,25	7,5	7,75	8,0	8,25	8,5	8,75	9,0	9,25	9,5	9,75	10,0
0		0		0		0		0		0		0		
0,1		0		0		0		0		0		0		
0,25														
0,5	0	0		0		0		0		0		0		
0,75														
1	0,001							0		0		0		
1,25	0,001	0,001	0	0										
1,5	1	1	0,001	0	0									
1,75	1	1	1	0,001	0									
2,0	1	1	1	1	0,001	0		0		0		0		
2,25	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0							
2,5	1	1	1	1	1	0,001	0							
2,75	0	1	1	1	1	1	0,001							
3,0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0		0		
3,25	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0					
3,5	0	0	1	1	1	1	1	1	0,001					
3,75	0,001	0	0	1	1	1	1	1	1					
4,0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0,001	0	0		
4,25	0,001	0	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0		
4,5	1	0,001	0	0	1	1	1	1	1	1	0,001	0		
4,75	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0		
5	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,001	0	
5,25	0,002	0,001	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	
5,5	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
5,75	3	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	
6,0	3	2	1	0,001	0	0	1	1	1	1	1	1	0,001	0
6,25	0,003	0,002	0,001	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0
6,5	1	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
6,75	4	3	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
7,0	4	3	2	1	0,001	0	0	1	1	2	1	1	1	0
7,25	0,004	0,003	0,002	0,001	0,001	0	0	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
7,5	4	3	2	2	1	0	0	0	1	2	1	1	1	1
7,75	5	4	3	2	1	0	0	0	1	2	1	1	1	1
8,0	5	4	3	2	0,001	0	0	0	1	2	2	1	1	1
8,25	0,001	0,004	0,003	0,002	0,001	0	0	0	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
8,5	6	4	3	2	1	0	0	0	1	2	2	1	1	1
8,75	6	5	3	2	1	0	0	0	1	2	2	2	1	1
9,0	6	5	4	3	2	0,001	0	0	1	2	2	2	1	1
9,25	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0	0	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
9,5	6	5	4	3	2	1	0	0	1	2	2	2	1	1
9,75	5	5	4	3	2	1	0	0	1	2	2	2	1	1
10,0	6	5	4	3	2	1	0	0	1	2	2	2	1	1

Capitolul I

C A L E A P A R A J O A N T E

I.1. Noțiunea de cale fără joante. La studiul mărimii rosturilor de montaj s-a arătat că, pentru creșteri reduse de temperatură peste temperatura la care se fixează șinele, partea centrală a panoului nu suferă deplasări. Dacă, având în vedere întregul ecart de temperatură, rămâne o porțiune centrală din lungimea șinelor care nu suferă deplasări, se consideră că șinele respective lucrează ca și "cale fără joante". Ca să rămână o astfel de zonă fără deplasări în lungul căii, lungimea șinelor trebuie să fie suficient de mare.

Intrucât lungimea maximă a șinelor care se livrează este redusă (exemplu: 30 m), pentru realizarea de șine cu lungime mai mare se execută sudura mai multor șine având lungimea normală: ca urmare se obțin tronsoane cu lungimea dorită (exemplu: de 300 m, care să poată fi transportate în linie curentă; prin sudura tronsoanelor de 300 m se poate obține orice lungime).

În zona centrală a tronsonului efortul care apare la variația de temperatură peste temperatura de fixare sau sub temperatura de fixare corespunde cu efortul care se dezvoltă în cazul dilatării împiedicate și respectiv contracției împiedicate.

Prin introducerea în cale a tronsoanelor lungi realizate prin sudura șinelor cu lungimea normală se realizează porțiuni de cale fără joante. Pe astfel de porțiuni prin eliminarea joantelor se reduce volumul lucrărilor de întreținere; eliminarea joantelor conduce de asemenea la reducerea consumului de combustibil necesar mijloacelor de remorcare, la creșterea duratei de serviciu a materialului rulant, la creșterea confortului etc. Având în vedere însă eforturile mari care apar la șine datorate variației de temperatură precum și deplasările mari care se produc la capetele tronsonului de cale fără joante, construcția porțiunilor de cale fără joante și execuția lucrărilor de întreținere a căii pe astfel de porțiuni presupun respectarea unor prevederi suplimentare în comparație cu situația de la calea cu joante.

I.2. Procedee de sudură

Pentru realizarea sudurilor de rezistență dintre capetele șinelor cu lungimea normală pot fi utilizate diverse procedee și anume : sudura aluminotermică; sudură cu arc electric; sudură prin contact electric și prăslone și sudură cu gaze și presiune. Pe rețeaua C.F.R. pentru realizarea porțiunilor de cale fără joante se utilizează

procedeu de sudură prin contact electric și presiune iar pentru restabilirea ruperilor de șine de pe porțiunile de cale fără joante se utilizează sudură aluminotermică

X.2.1. Sudură aluminotermică. Această metodă se bazează pe reacția chimică cu degajare de căldură care se produce după aprinderea cu un chibrit special a amestecului denumit termic. Termitul este alcătuit din oxid de fier (praf) și pulbere de aluminiu. Ca rezultat al reacției se obține oxidul de aluminiu sub formă de zgură și fierul: zgura plutește deasupra fierului aproape pur în stare topită. Termitul conține 22-23% aluminiu și 77-78% oxid de fier. Întrucât fierul pur nu conduce la obținerea de suduri de calitate superioară, în termite sînt introduse amestecuri de oțelire (carbon, feromangan, fosfor, siliciu etc); aceste adausuri se aliază cu fierul curat obținîndu-se un oțel de bună calitate. Amestecul necesar unei suduri constituie o porție de sudură; cantitatea cuprinsă într-o porție este stabilită în funcție de profilul șinelor care urmează a fi sudate și de calitatea oțelului din aceste șine.

Dintre metodele aluminotermice de sudură, cea mai răspîndită este sudura aluminotermică cu turnare în rost. Procesul tehnologic al acestei metode cuprinde :

- curățirea capetelor șinelor de păsură, ulei etc;
- alinierea în plan orizontal și vertical a șinelor cu lăsarea unui rost de 10-12 mm;
- montarea unor forme refractare, realizate dintr-un material conținînd mult siliciu, care să împiedice scurgerea materialului topit în rost; aceste forme refractare sînt alcătuite ca în fig.X.1 a;

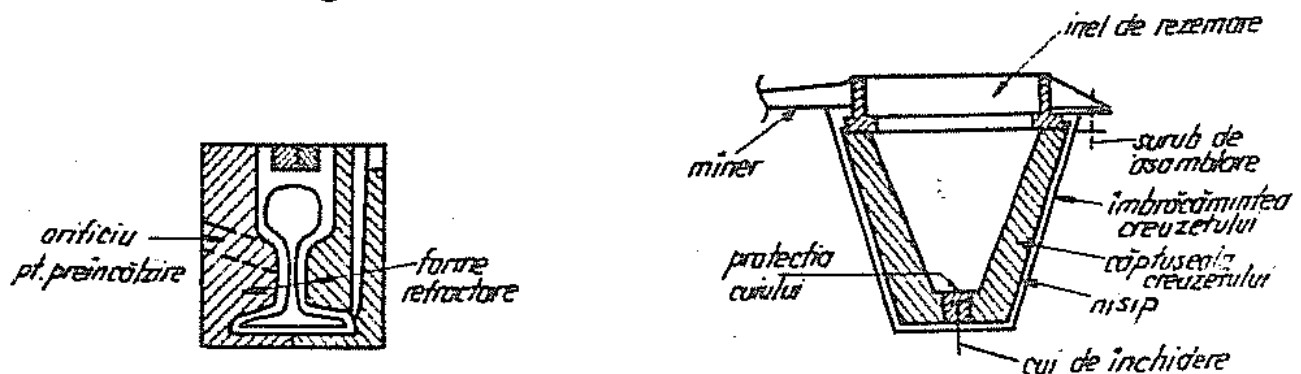


Fig.X.1. Sudura aluminotermică cu turnare în rost

a) forme refractare; b) creuzet

- încălzirea capetelor de șină la circa 900° cu flacără produsă prin arderea unei amestec de gaze format din propan și butan;

- pregătirea oțelului în stare lichidă prin aprinderea termi-
tului care în prealabil a fost introdus într-un recipient
special denumit creuzet (fig.X.1 b); reacția se produce în
10-15 secunde și se obține oțelul topit la temperatura de
2200-2300°C;
- turnarea oțelului în forme; gaura de scurgere din creuzet se
formează prin topirea cuiului de închidere (fig.X.1 b);
- îndepărtarea creuzetului, a formelor refractare și a zgurii;
- prelucrarea suprafeței de rulare și a fețelor laterale acti-
ve ale șinelor.

X.2.2. Sudură prin contact electric și presiune

Există două posibilități de aplicare a acestui procedeu: cu
preîncălzirea șinelor și fără preîncălzirea șinelor. La procedeul prin
contact electric și presiunea cu preîncălzire, capetele șinelor sînt
aduse la temperatura de sudabilitate prin contacte succesive folosind
curentul electric cu intensitate mare (20 000 - 100 000 A) și tensiune
mică (8 - 15 V); după obținerea temperaturii necesare, șinele sînt
presate puternic, obținîndu-se astfel sudura lor.

La procedeul fără preîncălzire, șinele se pun în contact iar
topirea metalului începe imediat; în acest caz este necesar un curent
avînd intensitatea de 3-6 ori mai mare decît în cazul procedeului cu
preîncălzire. Din cauza intensității ridicate a curentului acest pro-
cedeu nu s-a răspîndit.

Pentru realizarea sudurilor prin procedeul cu preîncălzire, la
C.F.R. se folosesc aparate de sudură fabricate în țară după concepția
prof. dr. Cornel Micloși. Instalația mobilă de sudură se compune (fig.
X.2) dintr-un vagon platformă pe care se află cabina de adăpostire a
aparaturii de sudură și macaraua pentru manevrarea aparatului de sudu-
ră; un vagon uzină pe care se află ca părți principale un motor termic
un generator și un transformator; aparaturii de sudură.

Procesul tehnologic de realizare a sudurii șinelor cu instala-
ția mobilă de sudură constă în următoarele :

Capetele șinelor care urmează a fi sudate se prind în săniile
aparaturii de sudură astfel încît între capetele șinelor să rămînă
distanța prescrisă. Una dintre săniile aparatului de sudură este fixă
iar cealaltă este mobilă. Datorită acestui fapt capetele șinelor pot
fi apropiate și depărtate între ele. La primul contact, în dreptul
proeminențelor de pe suprafețele frontale ale șinelor se produce

închiderea circuitului. Particulele topite sînt aruncate în afară sub formă de scînteii. La îndepărtarea capetelor punțile de metal se întind pînă se rup, iar zonele învecinate își ridică temperatura. La atingerile următoare vin în contact alte puncte de pe suprafața frontală. Fiecare atingere conduce la creșterea și uniformizarea temperaturii pe suprafețele frontale ale șinelor. La șina tip 49 se execută 18 cicluri de preîncălzire a șinelor. Timpul cît circulă curent este de circa 2 secunde iar perioada de repaus este de asemenea de circa 2 secunde. Forța de presare pe perioada cît circuitul este închis nu trebuie să fie prea mare pentru a nu se produce sudura locală a șinelor, fapt care ar reclama o forță mare pentru despărțirea capetelor de șină. Această fază care constă în apropierea și depărtarea capetelor de șină reprezintă faza de preîncălzire. În faza următoare, denumită de topire, sania mobilă se apropie cu viteză crescîndă de sania fixă; viteza de apropiere a capetelor șinelor este corelată cu viteza de topire a acestora. În această fază, între capetele șinelor se formează o mulțime de punți din material topit care prin volatilizare sînt aruncate în afară sub formă de scînteii; în locul punților distruse apar mici cratere, punțile formîndu-se în zonele învecinate acestora. Topirea stabilă se manifestă printr-o ploaie neîntreruptă, uniformă și densă de scînteii. După ce sania mobilă a parcurs drumul prescris de topire stabilă, urmează o nouă fază, faza de presare, cînd prin presarea puternică a capetelor de șină se produce sudarea lor intimă. Curentul electric se întrerupe după 3 secunde de la declanșarea presării. Materialul refulat formează o bavură în jurul rostului sudat. Drumul parcurs de sania mobilă în cursul fazei de preîncălzire și de topire este de circa 20 mm iar drumul parcurs în cursul fazei de presare este de circa 17 mm.

După sudarea rostului în felul arătat, aparatul de sudură este desprins de șine. Cît timp metalul este în stare incandescentă, cu ajutorul unei dălți se îndepărtează bavura de pe suprafața de rulare și de pe fețele verticale ale ciupercii șinelor sudate.

După ce metalul s-a răcit, fețele active ale ciupercii se polizează.

Durata executării unui rost sudat cu instalația mobilă de sudură lucrînd din joantă în joantă este de 20-25 minute.

X.3. Procesul tehnologic de realizare a căii fără joante

Porțiunile de linie cu cale fără joante pot fi realizate prin sudarea șinelor de lungime normală la rînd în cale sau prin sudarea

șinelor de lungime normală pentru obținerea de tronsoane lungi într-o bază (stație), transportul acestor tronsoane în linie curentă și sudarea acestor tronsoane între ele.

Intrucât productivitatea instalației mobile de sudură este mică (circa 3 suduri pe oră) și din cauza pericolului mai mare de apariție a defectelor în cazul sudurilor efectuate în linie curentă în comparație cu sudurilor efectuate într-o bază, folosirea instalației mobile pentru realizarea porțiunilor de cale fără joante prin metoda sudării la rînd în cale a șinelor de lungime normală nu este indicată.

Prin folosirea tronsoanelor lungi realizate în bază, numărul de suduri care rămînd a fi efectuate în cale este redus substanțial. În cazul acestei metode, procesul tehnologic constă în următoarele :

a) Pe o linie special afectată din stație, pe fiecare a cincea traversă se montează între firele de șină cîte două plăci suport care servesc la alinierea șinelor de lungime normală care urmează a fi sudate. Înainte de realizarea sudurii șinele sînt verificate cu defectoscopul. Instalația mobilă de sudură se deplasează din rost ^{în rost} realizînd sudarea șinelor în tronsoane de circa 300 m lungime.

b) În timpul închiderii de linie tronsoanele lungi sudate sînt transportate la locul de montare cu ajutorul boghiurilor speciale (șinele sînt suspendate); pe boghiuri sînt încărcate și macarale capră (fig. X.3). Boghiurile speciale sînt distanțate între ele la 15 m iar viteza de circulație a convoiului este de 20 km/h.

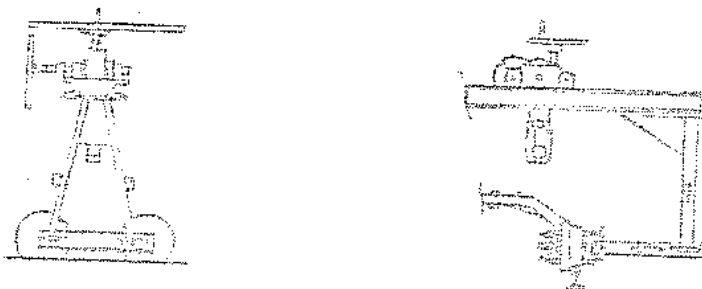


Fig. X. 3. Macarale capră

c) În linie curentă, tronsoanele lungi sînt descărcate între firele existente; depărtarea între tronsoane în sens transversal căii trebuie să permită aşezarea între ele a şinelor care într-una din fazele următoare vor fi scoase din cale. După descărcarea şi a macaralelor capră de pe boghiuri, boghiurile se împing spre partea opusă locului unde se află instalaţia mobilă de sudură astfel încît într-una din fazele următoare să fie posibilă scoaterea şinelor existente în cale. Urmează scoaterea şinelor existente în cale (se efectuează dezechisarea numai la extremităţile tronsonului de circa 300 m) şi plasarea lor între tronsoanele lungi sudate cu ajutorul macaralelor capră. Tot cu ajutorul acestor macarale, tronsoanele lungi sudate sînt aduse deasupra poziţiei lor de montare în cale; capătul tronsonului sudat este prins în sania mobilă a aparatului de sudură şi în situaţia cînd tronsonul se află în stare suspendată (pentru a fi eliminată frecarea dintre şine şi plăcile suport) se execută sudura între tronsonul respectiv şi capătul tronsonului fixat în închiderea anterioară de linie. În acelaşi mod se procedează şi cu tronsonul corespunzător firului vecin de şină. După realizarea sudurilor urmează fixarea tronsoanelor de plăci.

d) Şinele scoase din cale se transportă la bază (staţie) tot cu ajutorul boghiurilor speciale, pentru a fi sudate.

Dacă temperatura din şine - în momentul fixării lor de traverse - este în afara intervalului prescris pentru montare, trebuie să se execute detensionarea. Această operaţie se execută în momentul cînd temperatura din şină este în interiorul intervalului de montare prescris şi are ca scop evitarea producerii de şerpuiţi ale căii la temperaturi ridicate sau pentru evitarea solicitării defavorabile a şuruburilor de eclisare la temperaturi scăzute.

Detensionarea reprezintă descărcarea şinelor de eforturile din temperatură existente în şine pînă la executarea acestei operaţii; la temperaturile din şine la care se execută detensionarea, şi apoi fixarea şinelor eforturile în şine din temperatură sînt nule. Dacă tronsonul I a fost fixat de traverse în cadrul intervalului de temperatură prescris iar tronsonul II a fost fixat în afara acestui interval, detensionarea se execută pe întreaga lungime a tronsonului II şi pe lungimea din tronsonul I care a suferit deplasări cu ocazia variaţiilor de temperatură (fig.X.4); această lungime trebuie să fie de cel puţin 50 m.

Cînd fixarea tronsonului se efectuează la temperaturi scăzute

pentru evitarea operației de detensionare se poate aplica încălzirea artificială a șinelor sau întinderea șinelor cu dispozitive de pretensionare.

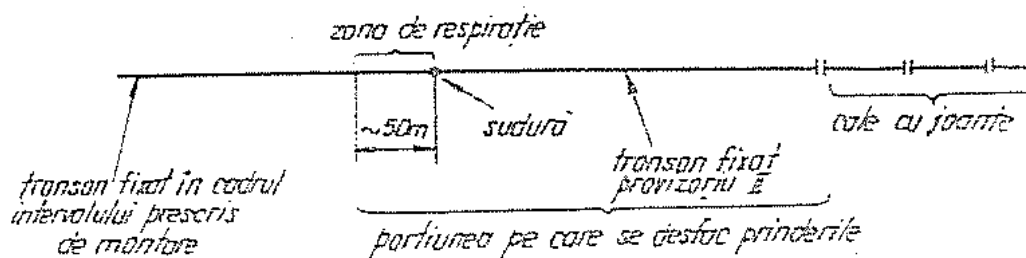


Fig. X. 4. Detensionarea

X.4. Comportarea reazemului de sub talpa șinei

X.4.1. Comportarea reazemului la solicitări în lungul căii în cazul liniei neîncărcate de convoi

Pentru deplasări reduse până la 4-5 mm, reazemul de sub talpa șinei se comportă elastic. Legătura intimă dintre șină și reazem, precum și legăturile la diferite niveluri între elementele din alcătuirea reazemului nu se distrug și nu apar fenomene de curgere în comportarea însăși a elementelor din alcătuirea reazemului. Pentru deplasări mari, pe suprafața cu rezistență minimă din alcătuirea reazemului, se distruge legătura intimă dintre elementele respective, apărând deplasări relative. Astfel de deplasări relative se pot produce între talpa șinei și placa suport, între talpa traversei și patul de balast sau între suprafețe situate la un alt nivel în alcătuirea reazemului. Când apar asemenea deplasări relative, indiferent de mărimea deplasării, reacțiunea opusă de reazem la deplasarea șinei este de natura unei forțe de frecare de alunecare. În cazul prinderii indirecte de tip E, când balastul nu este înghețat, fenomenele de cedare sînt în zona prierei de balast; când balastul este înghețat fenomenele de cedare sînt în zona de prindere a șinei de traversă.

Luarea în considerație în calcul a modului de comportare a reazemului de sub talpa șinei la deplasări în lungul căii se realizează aproximativ, folosindu-se anumite ipoteze. Vor fi prezentate trei dintre ele (fig.X.5). În fig.X.5 a deplasarea punctului de pe talpa șinei din dreptul reazemului (λ) la încărcări pînă la valoarea P_0 sînt foarte mici și se pot neglija; se admite, drept urmare, că deplasările λ se produc numai după depășirea forței P_0 .

Pentru deplasări mici, pînă la valoarea λ_p , comportarea este elastică, iar la deplasări peste λ_p se produce luncarea. Legătura dintre forță și deplasare pe porțiunea AB este :

$$P = P_0 + D'_\ell \lambda \quad (X.1)$$

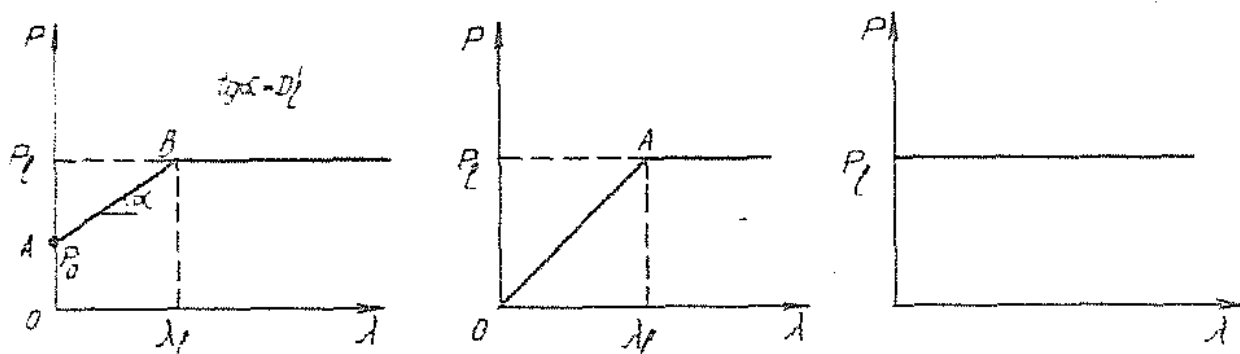


Fig. X. 5. Comportarea reazemului de sub talpa șinei la deplasarea șinei în lung

În fig.X.5 b deplasarea punctului de sub talpa șinei este proporțională cu forța aplicată pînă la o valoare a deplasării egală cu λ_p . Pentru deplasări peste valoarea λ_p , rezistența opusă de reazem este independentă de valoarea deplasării; legătura dintre forța P și deplasarea λ pe zona OA este dată de relația :

$$P = D_\ell \cdot \lambda \quad (X.2)$$

În fig.X.5 c deplasarea elastică a punctului de sub talpa șinei λ , la valori ale forței pînă la P_ℓ , sînt foarte mici și se pot neglija; la atingerea forței P_ℓ se produce luncarea, rezistența opusă de reazem fiind independentă de mărimea deplasării.

X.4.2. Comportarea reazemului la solicitări în lungul căii în cazul liniei neîncărcate de convoi dar supusă la vibrații și comportarea reazemului în cazul liniei încărcate de convoi

Din încercări, s-a constatat că sub acțiunea vibrațiilor valoarea forței limită P la care se produce fenomenul de luncare este - la linia neîncărcată de convoi - mai mică decît atunci cînd vibrațiile lipsesc. Într-o astfel de situație se găsesc reazemele aflate în urma sau în fața convoiului în mișcare.

Cum forța de frecare este legată de mărimea forței normale care acționează asupra planului de luncare, prezența convoiului pe linie - prin forțele normale transmise reazemelor - provoacă creșterea forțelor de frecare. Încercările efectuate au arătat că mărimea D din relațiile X.1 și X.2) depinde de încărcarea transmisă reazemului

rezultă că reazemele au o comportare variabilă, funcție de poziția sarcinilor pe linie. Acest fapt, împreună cu altele (modificarea stării căii în timp, influența vibrațiilor etc), constituie explicația nerezolvării teoretice complete a unor probleme importante cum ar fi spre exemplu fugirea căii.

X.4.3. Factorii care influențează rezistența balastului la deplasarea traverselor în lungul căii

Rezistența opusă de balast este datorată frecărilor pe talpa traversei, frecărilor pe suprafețele frontale ale traverselor și rezistenței opuse de balastul aflat în intervalul dintre traverse; ultima componentă este apreciată în medie la circa 73% din rezistența totală opusă de balast la deplasarea traversei în lungul căii. Asupra tuturor acestor componente influențează favorabil gradul de îndesare a balastului; cu cât gradul de îndesare a balastului este mai mare cu atât rezistența opusă de balast la deplasarea traversei este mai mare.

Experiențele efectuate indică faptul că, la scăderea distanței dintre axele traverselor sub 47-48 cm, rezistența opusă de balast la deplasarea traversei se reduce; într-o astfel de situație (fig.X.6), planul de rupere devine un plan obligat (AC'). La distanțe mari între traverse, rezistența opusă de balast nu este influențată de această distanță.

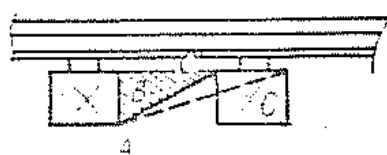


Fig.X.6. Planul de rupere în cazul distanței mici între axele traverselor

Rezistența opusă de balast la deplasarea traversei în lungul căii (P), pentru situația care caracterizează lunecarea, este circa 715 kgf/traversă. Dacă această valoare se împarte la distanța între axele traverselor rezultă rezistența liniară (p) care se opune la deplasarea în lung a cadrului șine - traverse.

$$p = \frac{P}{a} \frac{\text{kgf}}{\text{cm.cale}}$$

În calculele referitoare la stabilitatea căii fără joante, la deplasările capetelor tronsoanelor lungi sudate, la mărirea rostului care se formează în cazul ruperii unei șine etc, se folosește ipoteza din fig. X.5 c.

Pornindu-se de la acest mod de caracterizare a rezistenței opuse de reazeme la deplasarea în lung a șinelor (sau a cadrului

șine-traverse) s-au calculat deplasările capătului liber de la tronsonul sudat la variații de temperatură [8]. Prin măsurarea acestor deplasări la variații cunoscute ale temperaturii în șine se poate obține mărimea rezistențelor liniare opuse de balast la deplasarea în lung a cadrului șine - traverse.

I.4.4. Rezistența opusă de reazem la deplasarea laterală a căii

Rezistența opusă de reazem la deplasarea laterală a căii cuprinde frecările care se produc pe talpa și pe fețele laterale ale traversei și rezistența care se dezvoltă pe suprafața frontală a traversei. Incercările efectuate au arătat că aportul cel mai mare îl au frecările care se produc pe suprafețele laterale ale traverselor (46-56%).

Rezistența opusă de balast la deplasarea traversei în lungul ei depinde de felul traversei (de lemn sau de beton) de felul materialului din prisma de balast, de gradul de îndesare și starea materialului și de mărimea umărului de balast de la capătul traversei.

Ca și în cazul rezistenței opuse de balast la deplasarea în lung a căii, se constată că existența balastului în intervalul dintre traverse este de mare importanță; prin îndesarea materialului din prismă (operație ușor de realizat), poate fi sporită substanțial rezistența opusă de balast.

În calcule, rezistența opusă de reazem la deplasarea laterală a căii se consideră aproximativ ca fiind o valoare constantă, independentă de mărimea deplasării. Ca și în cazul rezistenței opuse de reazem la deplasarea șinelor în lungul căii, și pentru rezistența opusă de reazem la deplasarea laterală a șinelor au fost propuse diferite relații care, pentru deplasări mici, țin seama de mărimea deplasării.

I.5. Stabilitatea căii fără joante

Fixarea tronsoanelor de șine fără joante se face la o temperatură în șină t_0 denumită temperatură neutră. Această temperatură trebuie să fie cuprinsă în interiorul intervalului prescris de montare; dacă temperatura este în sfera acestui interval, fixarea tronsoanelor se consideră provizorie și urmează a fi efectuată detensionarea șinelor.

Considerînd coeficientul de dilatație termică lineară (α), secțiunea celor două șine (A), modulul de elasticitate al materialului

din șine (E), pentru creșterea de temperatură Δt , egală cu $(t-t_n)$, efortul de compresiune (N), rezultă :

$$N = \alpha E.A.(t-t_n) \quad (X.3)$$

Cînd temperatura în șină este cea maximă, în partea centrală imobilă a tronsonului de cale fără joante, efortul de compresiune este de asemenea maxim. Sub acțiunea acestui efort de compresiune se poate produce pierderea stabilității cadrului șine-traverse.

X.5.1. Procesul pierderii stabilității căii

Pentru cunoașterea acestui proces au fost organizate încercări în condiții apropiate de cele din exploatare. În astfel de experimentări efortul de compresiune dorit se realizează prin încălzirea șinelor cu ajutorul curentului electric. Zona de încercare BC (fig.X.7) este realizată prin executarea la capetele acesteia a unor blocuri masive de beton sau prin prevederea la capetele zonei de încercare BC a unor porțiuni de linie de lungime corespunzătoare (fig. X.7); prin rezistențele ce se opun la deplasarea cadrului șine-traverse în lung, care se mobilizează pe aceste porțiuni de linie (AB și CD), este oprită deplasarea longitudinală a capetelor zonei de încercare BC.

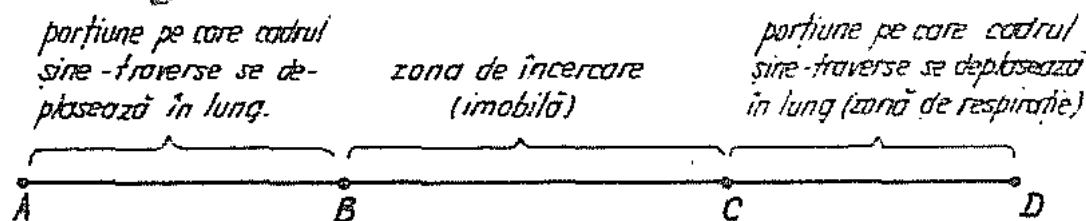


Fig.X.7. Realizarea zonei de încercare

În fig.X.8 este arătată legătura obținută în urma încercărilor între variația Δt a temperaturii în șine și deplasarea laterală a cadrului șine-traverse pentru cazul creșterii continue a temperaturii între temperatura de fixare și temperatura la care se manifestă fenomenul de pierdere a stabilității. Pînă la valoarea $\Delta t = \Delta t_1$, cadrul șine-traverse nu se deplasează lateral. Pentru valori $\Delta t > \Delta t_1$ și $\Delta t < \Delta t_2$ se constată creșterea neliniară

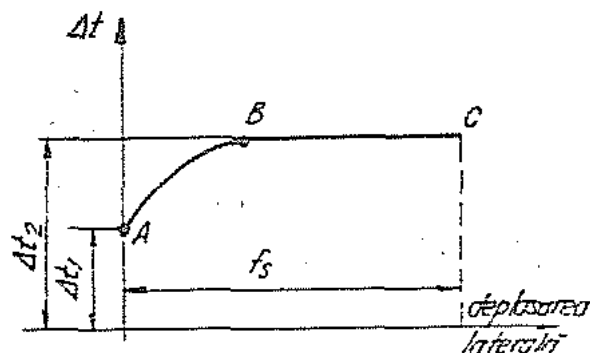


Fig.X.8. Apariția șerpuirii căii la creșterea continuă a temperaturii

se constată creșterea neliniară

a deplasărilor laterale în funcție de variația de temperatură.

Cînd temperatura în sină se apropie de valoarea $t_n + \Delta t_2$, deplasările laterale au o creștere pronunțată, iar la atingerea temperaturii ($t_n + \Delta t_2$) deplasările cresc fără să se mai producă o creștere a temperaturii, procesul căpătînd un caracter dinamic; procesul de creștere a deplasării laterale pentru situația cînd temperatura în șine este egală cu ($t_n + \Delta t_2$) reprezintă serpuirea căii. Cu alte cuvinte se poate spune că, atunci cînd temperatura în șine este egală cu ($t_n + \Delta t_2$) cadrul șine-traverse se află într-o situație de echilibru nestabil. Drept urmare, o creștere infinit mică a temperaturii provoacă părăsirea de către cadru a situației de echilibru nestabil; se produc deplasări mari pînă în momentul în cadrul șine-traverse ocupă o poziție de echilibru stabil.

Dacă procesul de încălzire se întrerupe în intervalul cuprins între Δt_1 și Δt_2 , după scăderea temperaturii cadrul șine-traverse (fig.X.9) rămîne cu deplasări laterale remanente; în momentul cînd temperatura scade se constată o tendință de reducere a deplasării laterale. La o nouă încălzire se remarcă de asemenea creșterea deplasărilor laterale; la creșterea de temperatură egală cu Δt_2 , ca și în cazul prezentat în fig.X.8, se produce serpuirea căii (trezirea cadrului șine-traverse în situația de echilibru stabil).

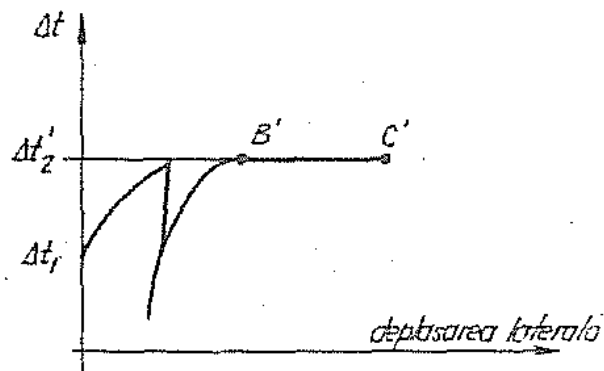


Fig.X.9. Apariția serpuirii căii cînd creșterea de temperatură nu este continuă

În realitate, în cale, atingerea temperaturii maxime nu se realizează prin creșterea continuă a temperaturii peste temperatura de fixare; se produc o serie de cicluri de încălzire - răcire a șinelor. Dacă variațiile de temperatura cărespunzătoare acestor cicluri depășesc creșterea de temperatură Δt_1 (fig.X.8), atunci, la deplasarea remanentă apărută în urma primului ciclu de încălzire - răcire se adaugă deplasări remanente aferente ciclurilor următoare; are loc în felul acesta un proces de acumulare a deplasărilor remanente în cale. Un asemenea proces de acumulare a deplasărilor remanente nu este de dorit deoarece: pe de o parte se înrăutățește starea căii, menținerea căii în stare corectă conducînd la sporirea lucrărilor de întreținere; pe de altă parte - așa după cum a rezultat din unele încercări - creșterea de temperatură Δt_2 , la care are loc serpuirea căii

este sub valoarea Δt_2 , care corespunde la primul ciclu de încălzire.

Din cele prezentate rezultă că, dacă temperatura de fixare se alege astfel încît la creșterile ulterioare de temperatură să nu fie depășită valoarea Δt_1 (obținută din experimentări), atunci procesul de acumulare a deplasărilor laterale în cale este practic eliminat. E.M.Bromberg propune drept forță critică, forța pentru care deplasările laterale sînt egale cu o limită dată (0,2 mm în aliniament și 0,4 mm în curbă); măsurătorile efectuate în cale au indicat că deplasările cu valori sub 0,2 mm în aliniament și respectiv 0,4 mm în curbă au un caracter întîmplător. Fixarea tronsoanelor sudate astfel încît creșterea de temperatură maximă să nu întreacă valoarea Δt care corespunde deplasărilor limită arătate anterior, conduce la eliminarea din punct de vedere practic a procesului de acumulare a deformațiilor remanente; de asemenea, față de creșterea de temperatură corespunzătoare apariției fenomenului de șerpuire (Δt_2 din fig.X.8), există un anumit coeficient de siguranță. Notînd cu N_a efortul axial pentru care deplasarea laterală este egală cu cea admisă și cu N_c efortul axial corespunzător creșterii de temperatură Δt_2 , la care se produce șerpuirea căii, raportul N_c/N_a reprezintă coeficientul de siguranță în șerpuire.

În felul arătat anterior, pentru o alcătuire constructivă a căii dată, poate fi determinată creșterea de temperatură Δt , admisă peste temperatura de fixare, astfel încît să fie evitat procesul de acumulare a deplasărilor remanente și totodată să fie asigurat un anumit coeficient de siguranță în legătură cu producerea șerpuirii căii.

Apariția și creșterea deplasărilor laterale ale cadrului șine-traverse sub acțiunea forței longitudinale din temperatură se explică prin existența excentricităților de aplicare a acestei forțe axiale (spre exemplu: șinele nu sînt egal încălzite; șinele nu sînt situate în aliniament, prezentînd neregularități etc). Apariția deformațiilor remanente la răcirea șinelor și procesul de acumulare a deplasărilor laterale se explică prin natura rezistențelor care se opun producerii deplasărilor (reazemele de sub talpa șinei nu au o comportare perfect elastică).

Procesul de pierdere a stabilității cadrului șine-traverse poate fi reprezentat într-un alt mod. Se analizează pierderea de stabilitate în plan vertical a cadrului șine-traverse solicitat de un efort de compresie suficient de mare. Cu ajutorul unor dispozitive de ridicare se acționează asupra cadrului pentru producerea unei ridicări de valoare infinit mică (fig.X.10). Lungimea cadrului șine -

traverse între punctele A și D, în situația deformată, este mai mare decât lungimea pe care cadrul a avut-o înainte de deformare între aceleași puncte A și D; se consideră că punctele A și D sînt astfel alese încît ele nu suferă deplasări în lungul căii, fiind situate la limita porțiunii pe care s-a mobilizat rezistența liniară (p), care se opune deplasării cadrului în lungul căii. Prin faptul că lungi-

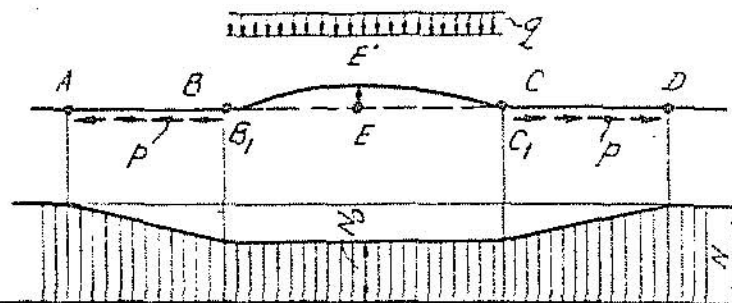


Fig.X.10. Reducerea efortului axial datorită deformării cadrului șine-traverse

mea cadrului deformat sporește (cu diferența dintre lungimea arcului $B_1E'C_1$ și lungimea corzii B_1EC_1), se produce reducerea eforturilor axiale de compresune; se poate considera aproximativ că diagrama eforturilor axiale corespunde situației reprezentate în fig.X.10. Punctele B și C se deplasează în punctele B_1 și C_1 ; această deplasare conduce la mobilizarea pe porțiunile AB_1 și C_1D a rezistențelor liniare (p), care se opun deplasării cadrului șine-traverse, în lungul căii. În punctele cu ridicări ale cadrului șine traverse se mobilizează rezistența care se opune la ridicarea cadrului respectiv (greutatea cadrului și rezistența care se opune la smulgerea traverselor din prisma de balast). Înainte de aplicarea forței transversale, cadrul șine-traverse se află în situația de echilibru stabil, situație caracterizată printr-o valoare minimă a energiei potențiale totale. Dacă se presupune că rezistențele care se opun deformării cadrului sînt perfect elastice, la îndepărtarea dispozitivelor de ridicare cadrul șine-traverse revine în poziția inițială. Energia potențială totală în situația deplasată a cadrului este mai mare decât energia potențială totală corespunzătoare situației cadrului nedeformat. Deoarece însă rezistențele care se opun deformării (rezistența liniară p și rezistența q) nu sînt elastice, la îndepărtarea dispozitivelor de ridicare a căii, cadrul șine-traverse nu revine la situația inițială; se poate spune că, în acest caz, se manifestă tendința de revenire a cadrului spre poziția inițială.

Dacă se continuă lent procesul de ridicare a căii, punctele A și D se îndepărtează de punctul E; rolul punctelor C, C_1 , B și B_1 este preluat de alte puncte, care în fazele anterioare au fost situate pe porțiunea fără deplasări transversale căii. La o anumită valoare a săgeții se poate constata că forța dezvoltată de dispozitivele de

ridicare, necesară menținerii echilibrului, începe să se reducă. Când forța din dispozitivul de ridicare se anulează, cadrul șine-traverse se găsește în situația de echilibru elastic nestabil. În această situație energia potențială are valoarea maximă. Dacă în această situație se îndepărtează dispozitivele de ridicare și se încarcă cadrul șine-traverse cu o sarcină infinit mică ΔP , de jos în sus, cadrul trece din situația de echilibru nestabil într-o nouă situație de echilibru stabil; trecerea (se produc deplasări mari sub acțiunea unei încărcări infinit mici) de la situația de echilibru nestabil la situația de echilibru stabil reprezintă tocmai serpuirea căii.

Calculul stabilității căii fără joante prin metoda energetică este prezentat în lucrarea [18]. În continuare vor fi prezentate numai rezultatele calculului prin această metodă. Ca rezultat al efectuării calculelor rezultă graficul din fig.X.11. Pentru forțe de com-

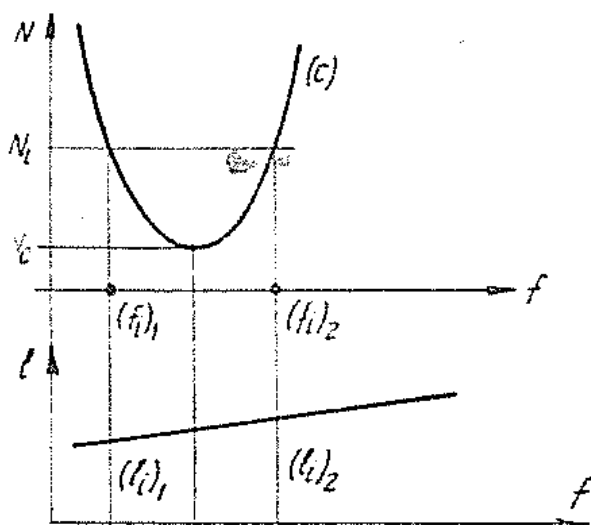


Fig.X.11. Stabilirea forței critice prin metoda energetică

presiune N_1 există în afara situației inițiale de echilibru stabil situația de echilibru nestabil caracterizată prin perechea de valori $(f_1)_1$ și $(l_1)_1$ și situația de echilibru stabil caracterizată prin perechea de valori $(f_1)_2$ și $(l_1)_2$. Pentru forța de compresie N_1 sub valoarea N_c - denumită forță critică - nu pot exista alte situații de echilibru decât situația inițială (cadrul nedeformat). Drept urmare, dacă temperatura de fixare se alege astfel încât forța de compresie

din cadrul șine traverse să nu întrecă valoarea N_c atunci este exclusă apariția fenomenului de serpuire.

Serpuirea căii în plan orizontal se produce la fel ca serpuirea căii în plan vertical; trebuie însă să se țină seama de rigiditatea cadrului șine-traverse care intervine în cazul deplasărilor în plan orizontal și de rezistența opusă de balast la deplasarea laterală a căii (la locul rezistenței care se opune la ridicarea căii).

Capitolul XI

A P A R A T E D E C A L E

Aparatele de cale sînt instalații cu ajutorul cărora se realizează ramificarea (fig.XI.1) sau încrucișarea (fig.XI.2) la nivel a liniilor de cale ferată.

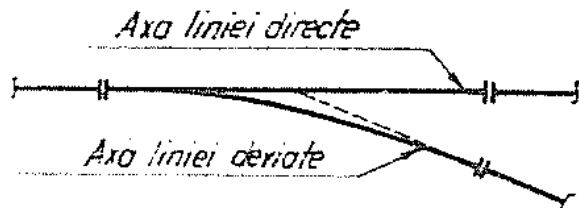


Fig.XI.1. Ramificare

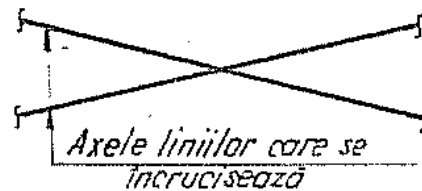


Fig.XI.2. Incrucisare

XI.1. Clasificarea aparatelor de cale

Aparatele de cale sînt de patru categorii: schimbătoare, inimi izolate, traversări și bretele. Posibilitățile de circulație pe liniile din cuprinsul aparatelor de cale exemplificate sînt indicate prin săgeți.

Schimbătoare :



Fig.XI.3. Schimbător simplu

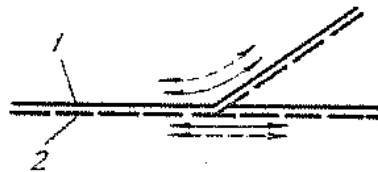


Fig.XI.4. Schimbător combinat

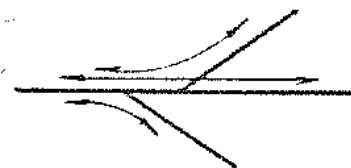


Fig.XI.5. Schimbător dublu

Schimbătorul combinat este necesar în cazul liniilor combinate care în secțiune transversală au trei fire de șine (fig.XI.6); liniile combinate sînt cu ecartamente diferite, unul dintre firele de șină fiind comun ambelor linii.

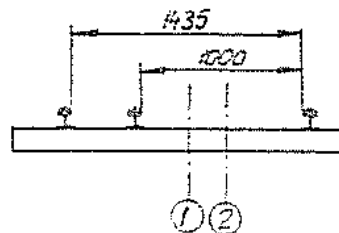


Fig.XI.6. Secțiune transversală

Inimi izolate

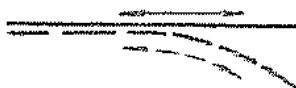


Fig.XI.7. Inimă izolată simplă



Fig.XI.8. Inimă izolată dublă

Spre deosebire de situația de la schimbătoarele combinate, inimile izolate sînt necesare în cazul liniilor combinate care în secțiune transversală au patru fire de gîă (fig.XI.9). Cu ajutorul inimii izolate simple se realizează descălcarea celor două linii combinate, iar cu ajutorul inimii izolate duble se realizează schimbarea poziției relative a liniilor combinate (trecerea unei linii pe de o parte pe partea cealaltă).

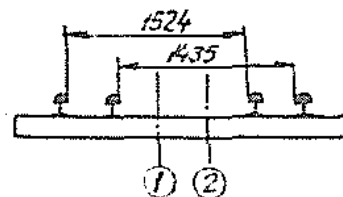


Fig.XI.9. Secțiune transversală

Traversări :

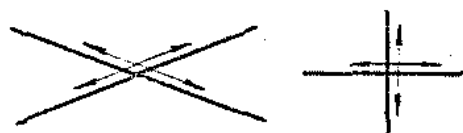


Fig.XI.10.Traversări simple

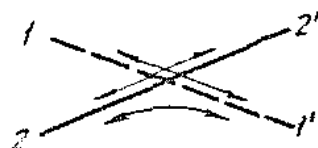


Fig.XI.11.Traversare cu joncțiune simplă



Fig.XI.12.Traversare cu joncțiune dublă

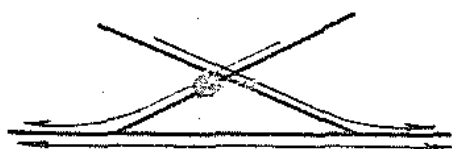


Fig.XI.13. Semibretea sau traversare cu schimbătoare alăturate

Traversarea din fig.XI.10 este denumită simplă deoarece nu oferă posibilitatea trecerii vehiculului de pe o linie pe cealaltă linie. Dacă se asigură și trecerea de pe o linie pe altă linie atunci traversarea este denumită cu joncțiune. În cazul traversărilor cu

schimbătoare alăturate (semibretea) (fig.XI.13) se realizează aceleași posibilități de circulație ca și în cazul unei traversări cu joncțiune simplă.

B r e t e l e :



Fig.XI.14.Bretea obișnuită

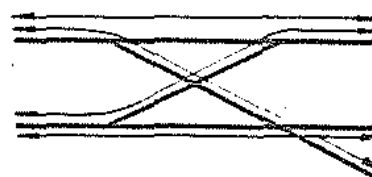


Fig.XI.15. Bretea combinată

Breteaua simplă (obișnuită) asigură, într-un spațiu mai redus aceleași posibilități de circulație ca și combinația realizată din patru schimbătoare simple legate ca în fig.XI.16. De asemenea breteaua combinată reprezentată în fig.XI.15 poate fi descompusă ca în fig. XI.17.

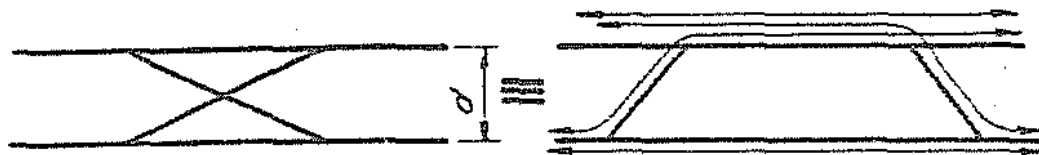


Fig.XI.16. Descompunerea funcțională a bretelei

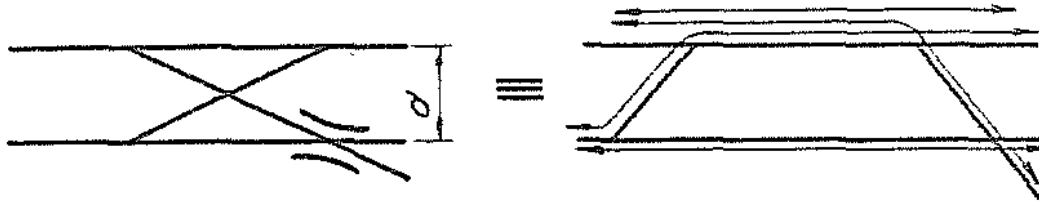


Fig.XI.17. Descompunerea funcțională a bretelei combinate

Cu cele patru categorii de aparate de cale prezentate pot fi rezolvate toate problemele privind ramificarea și încrucișarea la nivel a liniilor, probleme care se întâlnesc la proiectarea punctelor de secționare prevăzute cu cel puțin o ramificare a liniei.

Cele mai răspândite aparate de cale sînt schimbătoarele.

XI.2. Schimbătorul simplu

XI.2.1. Părțile principale ale unui schimbător simplu

Schimbătorul simplu se compune (fig.XI.18) din patru părți: macaz, sine de legătură, inimă de încrucișare, dispozitivul de acționare a macazului. Indrumarea circulației pe linia directă sau pe

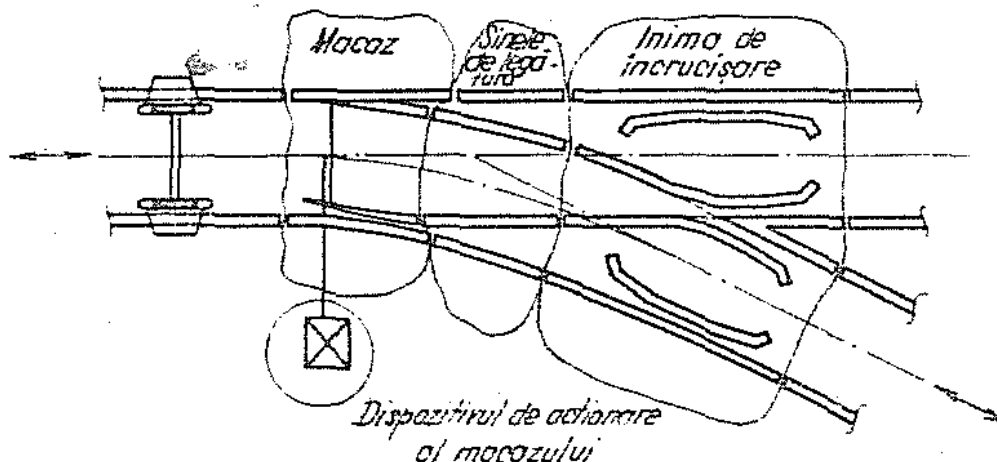


Fig.XI.18. Părțile principale ale schimbătorului simplu

linia abătută a schimbătorului se realizează prin manevrarea corespunzătoare a acelor din alcătuirea macazului; linia directă a schimbătorului este linia care are curbura cea mai mică (în majoritatea cazurilor curbura liniei directe este egală cu zero).

Macazul este alcătuit (fig.XI.19) din următoarele părți principale: contraace, ace și traverse speciale. De asemenea la alcătuirea macazului intră diferite elemente de ansamblare și dispozitivele care servesc la manevrarea acelor și la fixarea acestora de contraace, acestea din urmă fac legătura dintre macaz și dispozitivul de acționare a macazului. Inceputul macazului (I_m) se consideră la joanta

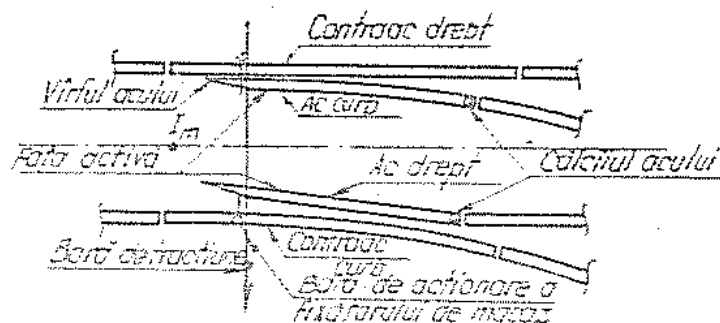


Fig. XI. 19. Macazul

din vecinătatea virfurilor scelor (fig. XI. 19) unde se realizează legarea contraacelor de șinele liniei care duce spre schimbător; începutul macazului coincide cu începutul schimbătorului și începutul liniei abătute.

Șinele de legătură sînt șinele aferente celor două direcții care se vor ramifica prin schimbător și care leagă macazul de inima de încrucișare (fig. XI. 20)

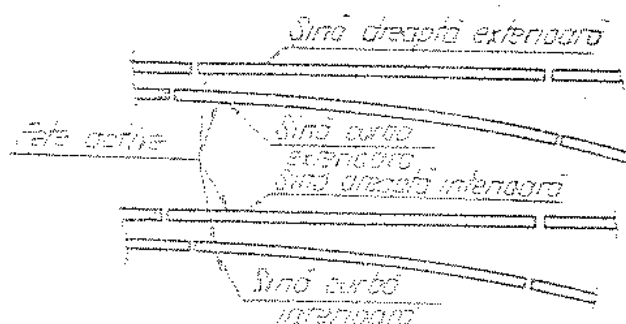


Fig. XI. 20. Șinele de legătură

Inima de încrucișare este alcătuită din inima propriu-zisă și din șina de rulare cu contrășina (fig. XI. 21). În dreptul joantelor care delimitează inima de încrucișare (ca parte componentă a schimbătorului) față de șinele liniei directe și a liniei abătute se găsește afîrșitul schimbătorului pe directă (S_d) și afîrșitul schimbătorului pe abătută (S_a).

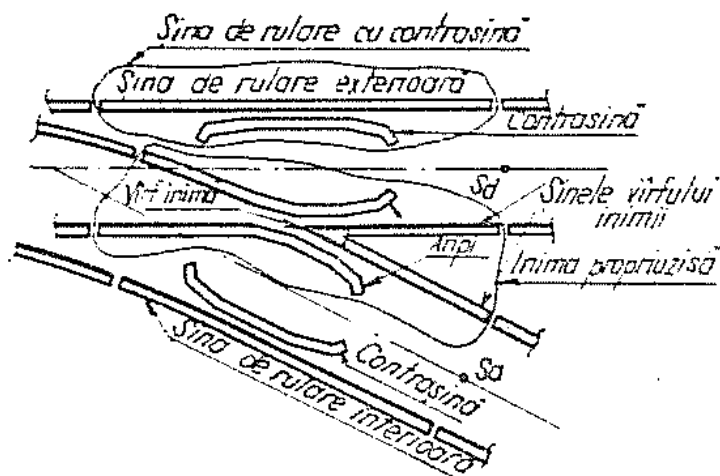


Fig.XI.21. Inima de încrucișare

Dispozitivul de acționare a macazului se poate prezenta sub diverse alcătuiri constructive. Când manevrarea acestor se face local, ca dispozitiv de acționare se folosește aparatură de manevră (manual). Când manevrarea se face de la distanță (centralizat), ca dispozitiv de acționare se folosește mecanismul de macaz în cazul utilizării transmisiilor prin sîrme sau electromecanismul de macaz în cazul cînd forța necesară manevrării acelor este produsă de un motor electric din alcătuirea electromecanismului de macaz.

De regulă, pe schemele aparatelor de cale, firele de șină se reprezintă printr-o singură linie care corespunde feței laterale active a firului de șină respectiv (fig.XI.22); această linie reprezintă intersecția dintre suprafața laterală activă a șinei sau a altui element component al schimbătorului (acele și inima de încrucișare) și planul în care se măsoară lățimea căii. (situat la 14 mm sub planul tangent comun la suprafețele de rulare a celor două fire de șină ale unei linii)

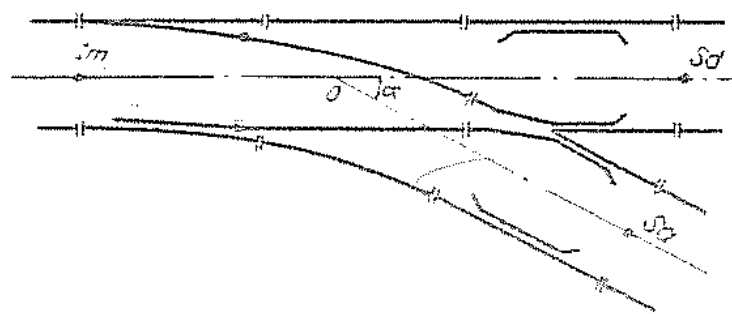


Fig.XI.22. Reprezentarea schimbătorului simplu

Punctul de intersecție dintre tangenta $I_m S_d$ dusă la axa căii în punctul I_m și tangenta $O S_a$ dusă la axa căii liniei abătute la sfârșitul curbei în punctul S_c determină punctul geometric (O) al schimbătorului; în cazul cînd linia directă a schimbătorului este în aliniament, tangenta dusă prin I_m la axa căii coincide cu axa liniei directe a schimbătorului. Unghiul (α) făcut de cele două drepte este denumit unghi de abatere iar tangenta acestui unghi exprimată sub forma $1:n$, poartă denumirea de tangenta schimbătorului. În funcție de partea pe care se dezvoltă linia abătută în raport cu linia directă, pentru un observa-

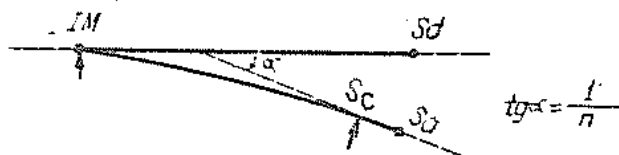


Fig.XI.23. Unghiul de abatere

tor situat la începutul schimbătorului și care privește în lungul liniei directe, există schimbătoare cu derivație la dreapta și schimbătoare cu derivație la stînga.

XI.2.2. Situația în plan a liniilor din cuprinsul schimbătorului. Clasificarea schimbătoarelor simple

Schimbătoarele simple avînd una dintre linii în aliniament sînt denumite schimbătoare simple drepte; prescurtat sînt denumite schimbătoare drepte. Dacă un schimbător drept, avînd o anumită realizare constructivă, este curbat în uzină se obține un schimbător simplu la care ambele linii sînt situate în curbă; un astfel de schimbător este denumit schimbător curbat. Dacă se întocmesc proiecte speciale (unicat) de schimbătoare simple avînd de asemenea ambele linii situate în curbă, acestea sînt denumite schimbătoare curbe.

XI.2.2.1. Schimbătoarele drepte. Curba liniei abătute din cuprinsul unui schimbător drept se realizează de regulă în arc de cerc, fără curbe de racordare și fără supraînălțare.

La schimbătoarele de cale standardizate, începutul curbei coincide cu începutul macazului (începutul schimbătorului), prelungirea feței laterale active a acului curb fiind tangentă la fața laterală activă a contraacului (fig.XI.24) în dreptul punctului I_m ; astfel de schimbătoare sînt denumite schimbătoare cu ace tangente la contraace sau schimbătoare la care acul curb este realizat pe principiul tangentei.

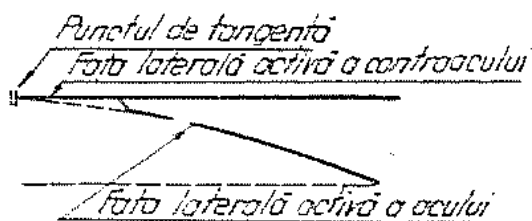


Fig.XI.24. Vîrfurile acului realizate pe principiul tangentei

Sfârșitul curbei poate fi la o anumită distanță de vârful inimii (în zona șinelor de legătură) sau după vârful inimii putînd coincide cu sfârșitul schimbătorului (punctul S_a); în primul caz ambele fețe laterale ale vârfului inimii sînt în aliniament iar în cel de al doilea caz fața laterală a vârfului inimii, corespunzătoare firului exterior al curbei, este curbă.

În situația cînd prelungirea feței laterale active a acului curb intersectează fața laterală activă a contrasacului se obține un schimbător drept la care acul curb este realizat pe principiul intersecției (fig. XI.25).

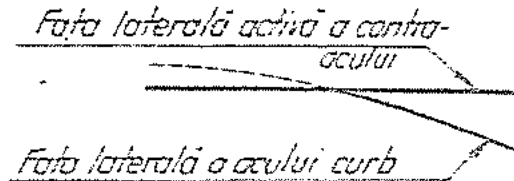
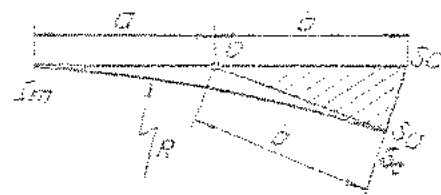


Fig. XI.25. Vîrfurile acului realizat pe principiul intersecției.

La schimbătoarele de cale de construcție vechi (model 1941), curba liniei abătute se desfășura numai în zona șinelor de legătură iar macazul și inima de încrucișare erau situate în aliniament pe ambele direcții; la macazurile situate în aliniament pe ambele direcții acele sînt drepte.

XI.2.2.2. Schimbătoare de cale curbate. Introducerea unui schimbător de cale drept pe o porțiune de traseu situată în curbă se poate face fie prin modificarea traseului și păstrînd schimbătorul nemodificat, fie prin curbarea uneia dintre liniile din suprinșul schimbătorului după raza curbei și păstrînd în consecință traseul nemodificat; curbura pentru cealaltă linie a schimbătorului rezultă din condiția ca dimensiunile transversale ale acestuia să rămîină nemodificate. Prin curbarea unui schimbător de cale drept rezultă schimbătorul de cale curbat. Pot fi curbate numai acele schimbătoare drepte care au acul curb realizat pe principiul tangentei și la care alcătuirea constructivă a macazului și a inimii de încrucișare permit operația de curbare. Singura schimbare care se produce cu ocazia curbării în uzină a unui schimbător de cale drept - denumit schimbător de bază - constă în modificarea lungimilor la șinele de legătură dintre macaz și inima de încrucișare.



Dacă schimbătorul drept se reprezintă schematic ca în figura XI.26, atunci în urma curbării liniei directe după raza R_1 se obține

Fig. XI.26. Reprezentarea schematică a schimbătorului, avînd curba liniei prelungită pînă la sfârșitul schimbătorului

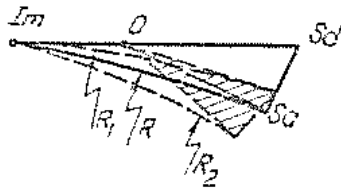


Fig. XI.27. Modificarea schimbătorului de bază în urma curbării

situația din fig. XI.27; elementele geometrice ale schimbătorului curbat se obțin prin rotirea triunghiului caracteristic invariabil OS_dS_a în jurul punctului geometric O care se menține fix. Raza curbei R_2 rezultă din condiția ca dimensiunea transversală Δy (fig. XI.28) să rămână nemodificată în urma efectuării operației de curbare.

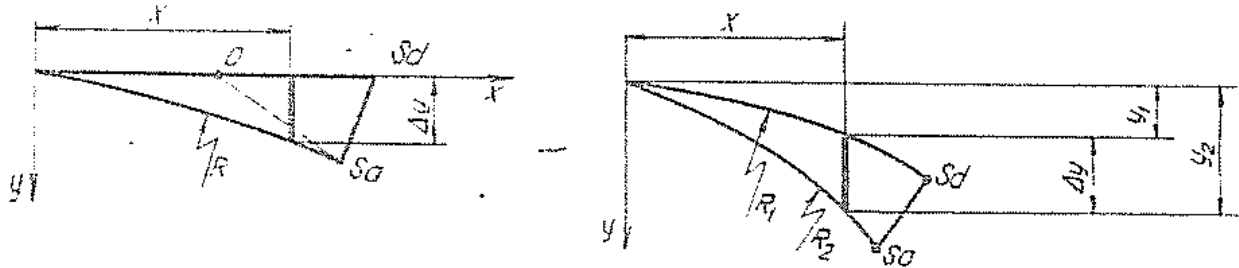


Fig. XI.28. Dimensiunea transversală Δy înainte și după curbarea schimbătorului de bază
a/. schimbătorul de bază; b/. schimbătorul curbat

Folosind exprimarea aproximativă a ecuației cercului se obține mai întâi :

- din fig. XI.28 a: $\Delta y = \frac{x^2}{2R}$

- din fig. XI.28 b: $\Delta y = y_2 - y_1 = \frac{x^2}{2R_2} - \frac{x^2}{2R_1}$

Iar apoi egalând cele două expresii, pentru Δy rezultă :

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \text{ sau, folosind curbura :}$$

$$C_2 = C + C_1 \quad (XI.1)$$

Reprezentînd relația (XI.1) se obține graficul din fig. XI.29.

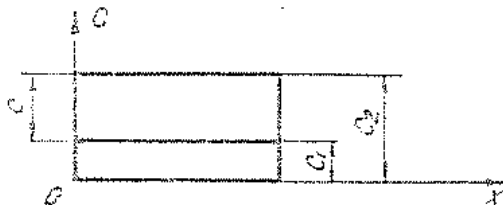


Fig. XI.29. Reprezentarea grafică a curburilor

XI.2.3. Condiții privind asigurarea circulației în cuprinsul schimbătoarelor de cale

Așa cum rezultă din cele arătate anterior, în cazul cel mai general, ambele direcții din cuprinsul unui schimbător sînt situate în curbă. De regulă, una dintre direcțiile din cuprinsul schimbătorului - prin faptul că suportă un număr mai mare de treceri și de cele mai multe ori cu viteza de circulație mai mare - constituie direcția principală iar cealaltă direcție constituie direcția secundară.

Intrucît atît pe linii cît și pe aparatele de cale circulă același material rulant, condițiile pe care trebuie să le satisfacă liniile din cuprinsul aparatelor de cale sînt de aceeași natură cu condițiile asigurate pentru circulația pe porțiunile de linie situate în afara zonei aparatelor de cale. Avînd în vedere această corespondență, în legătură cu liniile din cuprinsul schimbătorului pot fi arătate următoarele aspecte mai importante :

a) Pe ambele direcții de circulație, în toate punctele, trebuie asigurată rezemarea osiei montate. Această cerință presupune ca sarcinile verticale să fie transmise de la roți la suprafețele de rulare ale pieselor care compun aparatul de cale, numai prin suprafețele de rulare ale bandajelor. Pentru aceasta, trebuie asigurată în primul rînd o suprafață continuă de rezenare pentru suprafețele de rulare ale bandajelor - capabilă să preia și să transmită mai departe sarcinile primite - trebuie exclusă posibilitatea ca osia montată să acționeze ca o pană între elementele componente ale schimbătorului care asigură preluarea încărcărilor și totodată trebuie exclusă posibilitatea de a fi transmise sarcini verticale prin buza bandajului. Pentru ca osia montată să nu acționeze ca o pană, se impune ca pe ambele direcții din cuprinsul schimbătorului să fie asigurată lărgimea căii; pentru ca sarcinile verticale să nu fie transmise prin vîrfurile buzei bandajului, trebuie ca adîncimea jghiaburilor să fie aleasă corespunzător (astfel de jghiaburi se întîlnesc între ace și contraace, între șinele de rulare și contrașinele respective și între aripi și vîrfurile inimii (fig.XI.21). Asigurarea unei suprafețe continue de rezemare pentru suprafețele de rulare ale bandajelor ridică probleme deosebite în zonele de trecere a roților de pe un element al schimbătorului pe altul, cum este situația la trecerea de pe un ac pe contraac (și invers) și la trecerea roții de pe aripă pe vîrfurile inimii (și invers). Prelucrarea acestor elemente trebuie astfel făcută încît

neregularitățile geometrice care apar în plan vertical la trecerea osiei montate să fie cât mai reduse iar transmiterea integrală a încărcării (trecerea completă de pe un element pe altul) să fie făcută numai când elementul primitor are secțiunea suficient de puternică.

b) Ghidarea vehiculului care parcurge un tronson de linie situat în afara schimbătorului este asigurată de forțele orizontale care se transmit la contactul dintre buzele bandajelor și fețele laterale continue ale șinelor și totodată de forțele orizontale de frecare care apar pe zonele de contact dintre suprafețele de rulare ale șinelor și respectiv ale bandajelor. În curbă, între buza bandajului și fața laterală activă a șinei se dezvoltă forța de ghidare care se menține apoi pe toată lungimea de linie situată în curbă. În aliniament, tot între buza bandajului și suprafața laterală activă a șinei, apare forța de șerpuire care se dezvoltă din loc în loc în punctele în care - la osia montată ce execută o mișcare de șerpuire - se anulează spațiul dintre buza bandajului și șină. Intrucît, forța de șerpuire se poate produce în oricare punct situat în aliniament, rezultă că, indiferent de situația liniei în plan, trebuie asigurată o suprafață laterală continuă, capabilă să preia forțele orizontale transmise de buzele bandajelor de la roți. Această cerință trebuie avută în vedere și pe liniile din cuprinsul schimbătorului. Deoarece la înima de încrucișare se creează discontinuități în lungul suprafețelor laterale active - discontinuități pînă la trecerea buzelor bandajelor - trebuie să fie prevăzute elemente suplimentare care să asigure dirijarea osiilor montate în zona acestor discontinuități; în acest scop, se prevăd contrașine în dreptul acestor discontinuități (fig. XI,21).

Cerința de asigurare a continuității suprafeței laterale active determină, pe lângă prevederea de contrașine, și prelucrarea corespunzătoare a acelor în zona vîrfurilor în vederea realizării unei curbe în plan cu cele mai mici neregularități geometrice posibile.

c) Așa după cum este cunoscut, între lățimea osiei montate și lățimea reglementară a căii - atît pe tronșoanele de linie situate în aliniament cît și pe tronșoanele de linie situate în curbă - există un joc. Pe tronșoanele de linie în curbă se cer a fi respectate o serie de condiții legate de apariția forței centrifuge (curbe de racordare, supraînălțarea etc). Intrucît cel puțin o direcție din cuprinsul schimbătorului este situată în curbă, se ridică problema apropiării cît mai mult posibil a condițiilor de circulație de pe

aceste curbe - evident avînd în vedere viteza maximă de proiectare a schimbătorului - de condițiile asigurate de curbele situate în afara schimbătoarelor. Așa cum s-a arătat, în cuprinsul aparatelor de cale, curbele sînt de regulă realizate în arc de cerc, fără curbe de racordare și fără supraînălțare. Deoarece există jocul arătat, la intrarea vehiculului în curba de pe schimbător, contactul dintre buza bandajului și suprafața activă laterală a piesei din alcăzuirea schimbătorului (acului în cazul circulației de la începutul spre sfîrșitul schimbătorului, șinei de legătură în cazul circulației de la sfîrșitul spre începutul schimbătorului avînd inima de încrucișare situată în aliniament) are loc într-un punct situat la o anumită distanță de capătul curbei; această distanță este maximă cînd diferența dintre lărgimea căii și lățimea osiei montate este de asemenea maximă, iar jocul dintre bandajul roții situate pe firul interior și suprafața laterală activă corespunzătoare acestei roți este nul (fig. XI.30). Unghiul dintre tangenta la suprafața de rulare a acului în punctul A și paralela dusă prin acest punct la contrasac reprezintă unghiul de atac al acului. În zona inimii de încrucișare, la aripă, și la contrașine apar de asemenea unghiuri de atac (fig. XI.31). Pentru o viteză de circulație dată, cu cît aceste unghiuri de atac sînt mai mari cu atît forțele dinamice suplimentare care apar sînt mai mari. Rezultă că mărimea unghiurilor de atac trebuie să fie limitată.

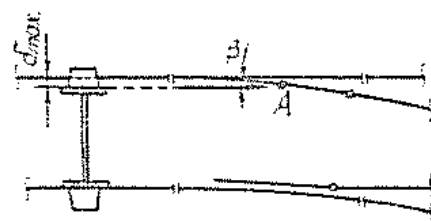


Fig. XI.30 Unghiul de atac

d) În afara neregularităților geometrice, pe o linie oarecare există și neregularități mecanice (care pot fi evidențiate numai cînd linia este încărcată). Existența unor astfel de neregularități mecanice în cale conduce la producerea de forțe dinamice suplimentare importante. Alcătuirea constructivă a diferitelor părți ale schimbătorului trebuie astfel realizată încît să se obțină o variație minimă a modului de elasticitate al căii în lungul celor două direcții de circulație de pe schimbător (modulul de elasticitate al căii, reprezentînd acea încărcare uniform distribuită și aplicată pe suprafața de rulare care provoacă o țesare unitară).

e) Schimbătoarele de cale servesc în principal la legarea liniilor de stații.

Amplasarea schimbătoarelor de cale și a aparatelor de cale la realizarea capetelor de stație trebuie să fie făcută cât mai concentrat. Rezultă că la stabilirea elementelor geometrice ale schimbătoarelor trebuie să se țină seama și de posibilitățile lor de aranjare reciprocă și de posibilitățile de cuplare cu alte categorii de aparate de cale astfel încât să se obțină variante raționale din punct de vedere al vitezei de circulație pe ansamblul format din două aparate de cale și din punct de vedere al gabaritului (distanța dintre liniile stației etc).

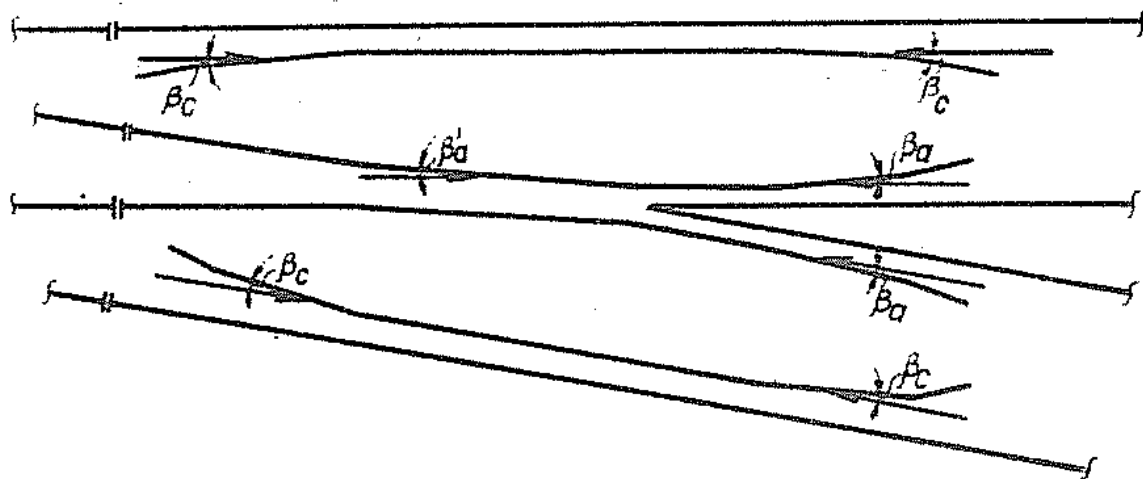


Fig.XI.31. Unghiuri de atac la aripi și contragăine

Condițiile enumerate (a, b, c, d, e) trebuie să fie asigurate pe perioada de exploatare a schimbătorului de cale, avînd deci în vedere toleranțele de la cale și de la osiile montate.

XI.2.4. Macazul

XI.2.4.1. Contraace

Contraacele se realizează din șine cu profil normal, prelucrate pe porțiunea lor de contact cu acele. Prelucrarea contraacului se face în concordanță cu prelucrarea în plan orizontal și în plan vertical a acului.

Joantele de la extremitățile contraacelor sînt obișnuite (ca în linie curentă). Joantele contraacelor de la începutul schimbătorului sînt la o anumită distanță în fața vîrfului acelor astfel încît să fie permisă eclisarea obișnuită fără să fie împiedicată lipirea acelor de contraace și totodată să fie posibilă o distribuție rațională a traverselor în zona joantei și în zona vîrfului acului. În cazul acelor cu articulație, joanta de la călcîiul acului și

Joanta care leagă contraacul de șina de legătură din această zonă sînt de asemenea decalate; această decalare este impusă de modul în care se realizează articulația de la călcîiul acului (acul cu articulație trebuie să se poată roti, nepermitîndu-se deci eclisarea). Și în cazul joantei contraacului din zona de călcîi a acului cu articulație trebuie să se urmărească obținerea unei distribuții raționale a traverselor. În cazul acelor flexibile joanta de la sfîrșitul contraacului se realizează în aceeași secțiune cu joanta de la călcîiul acului (fig.XI.32). Este de dorit ca lungimea contraacelor să rezulte egală cu lungimea unei șine normale, pentru ca la confecționarea lor să nu fie necesare tăieri de șine avînd lungimea normală.

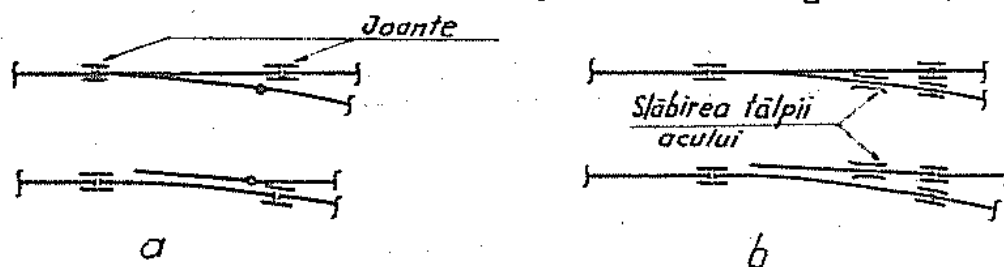


Fig.XI.32. Joantele contraacelor
a/. ace cu articulație; b/ ace flexibile

XI.2.4.2. A c e

În funcție de realizarea lor constructivă acele din alcătuirea macazurilor pot fi cu articulație și flexibile. În primul caz, la călcîiul acului se realizează o articulație care permite rotirea în plan a acului dintr-o poziție în alta. În cazul acelor flexibile, la călcîiul acestora se realizează o joantă obișnuită; săgeata de la vârful acului necesară pentru apropierea lui de contraac se realizează prin încovoierea acului considerat ca fiind practic încastrat la o anumită depărtare de joantă. În felul acesta acul este lipsit de tensiuni numai în situația cînd se află depărtat de contraacul respectiv și de asemenea, pentru asigurarea poziției acului flexibil lipit de contraac, este necesară o forță de împingere suficient de mare care să împiedice deslîpirea acului.

În funcție de forma lor în plan acele pot fi drepte și curbe. În cazul acelor drepte, deoarece curba liniei abătute urmează după călcîiul acelor, macazurile cu astfel de ace sînt denumite macazuri drepte și pot fi utilizate în anumite condiții atît pentru schimbătoare de cale cu deviație la dreapta cît și pentru cele cu deviație la stînga.

Deoarece unghiul de atac în cazul acelor drepte rezultă prea mare, în prezent acele se realizează curbe; acestea pot fi realizate pe principiul tangentei sau a principiului intersecției.

La aparatele de cale vechi, (model 1941), acele au fost realizate pe principiul intersecției; această realizare prezintă avantajul că în zona vârfului acelor nu rezultă o secțiune prea redusă, însă macazurile realizate cu ace pe principiul intersecției nu permit operația de curbare pentru obținerea schimbătoarelor curbate. Intrucât acele realizate pe principiul tangenței permit realizarea de macazuri care pot fi curbate, la schimbătoarele de cale actuale standardizate, acele curbe sînt prevăzute a fi realizate pe principiul tangenței.

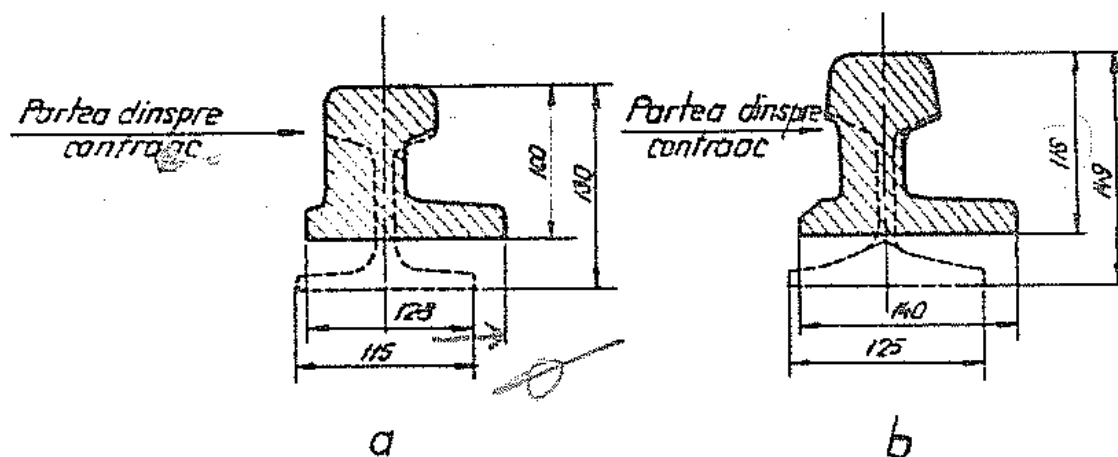


Fig. XI.33. Sine ac:
a) șină ac tip 40; b) șină ac tip 49

Acele standardizate se realizează din șine cu profil special (fig. XI.33) avînd înălțimea mai mică decît înălțimea șinei normale.

Alcătuirea secțiunii transversale a acestor profile speciale este astfel concepută încît să se obțină o stabilitate mare la răsturnare și o secțiune puternică la vârful acului; prelucrarea lor în plan la talpă (pe partea dinspre contraac) să fie sît mai redusă; să fie posibilă realizarea în condiții normale a suprafețe-

lor laterale continuu în zona de trecere de la ciuperca acului la ciuperca șinei de legătură.

Acele cu articulație sînt realizate pe toată lungimea lor din șină cu profil special denumite șine de ac. Acele flexibile sînt realizate din două cupoane sudate. Cuponul mai lung, care cuprinde și vârful acului este realizat din șină ac cu profil special, avînd inima plină și talpa asimetrică, iar cuponul mai scurt din zona călcîiului acului este realizat din șină cu profil normal; în felul acesta, la călcîiul acului flexibil este posibilă realizarea ecil-sării normale cu șina de legătură respectivă. Capătul cuponului din șină ac este prelucrat prin forjare pe o anumită lungime astfel încît în secțiunea de sudură să fie obținut profilul șinei normale.

În fig. XI.34, se arată partea dinspre călcîi a acului flexibil.

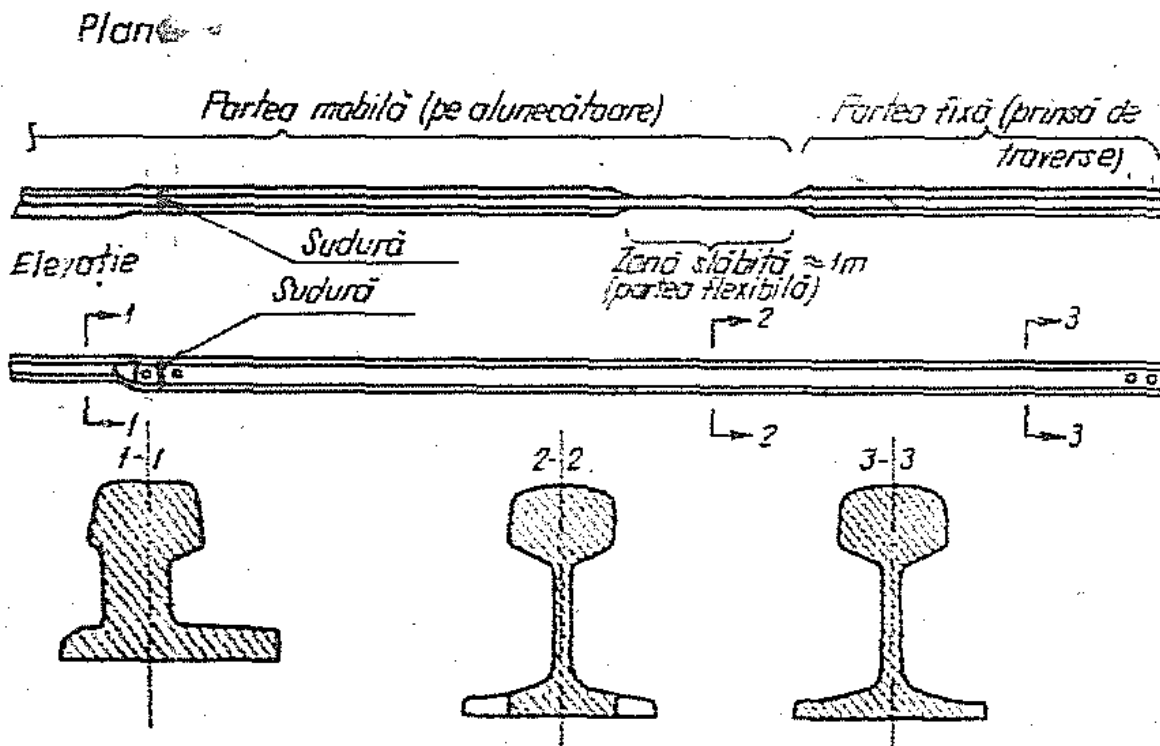


Fig. XI. 34. Partea dinspre călcîi a acului flexibil

La călcîiul acului flexibil, legătura dintre ea și șina de legătură se realizează printr-o eclisare obișnuită; în zona dinspre călcîi a acului secțiunea acestuia este aceeași cu secțiunea prin șina de legătură.

În lungul acului flexibil se disting trei părți :

- o parte fixă, prinsă de traverse, la extremitatea acului dinspre călcîi;
- o parte mobilă, rezemată pe alunecătoare, pe restul lungimii acului;

În cuprinsul părții mobile a acului flexibil, există o zonă slăbită de circa 1 m lungime; pe lungimea zonei slăbite, lățimea tălpii șinei este redusă la o valoare egală cu lățimea ciupercii șinei.

Reducerea (slăbirea) tălpii acului între joanta sudată și joanta de la călcîi este prevăzută pentru reducerea rigidității la încovoiere în plan orizontal a acului. Obținerea deplasării necesare la vârful acului flexibil cu aplicarea unei forțe de mărime convenabilă conduce la lungimi mai mari ale acelor flexibile în comparație cu acele cu articulație. Ca măsură suplimentară de siguranță, se prevăd eclisarea joantei sudate (fig.XI.34).

În cazul folosirii altor dispozitive de acționare de putere mare se poate renunța la slăbirea tălpii acului flexibil în zona dinspre călcîiul acestuia.

XI.2.4.2.1. Realizarea articulației de la călcîiul acului

Realizarea constructivă a legăturii acului cu articulația la călcîiul acestuia rezultă din fig.XI.35 (plan) și fig.XI.36) (în secțiune) .

Se constată că există o placă sub călcîiul acului în care, prin frezare, este executat un locaș în care intră inelul pivotului. Această îmbinare trebuie să permită rotirea acului însă să nu permită deplasări în plan orizontal; din această cauză dimensiunile în plan ale locașului sînt aceleași cu dimensiunile inelului de la pivot. Între partea de jos a inelului pivotului și fundul locașului se lasă un gol de 5 mm, în felul acesta fiind împiedicată transmiterea de sarcini verticale la fundul locașului.

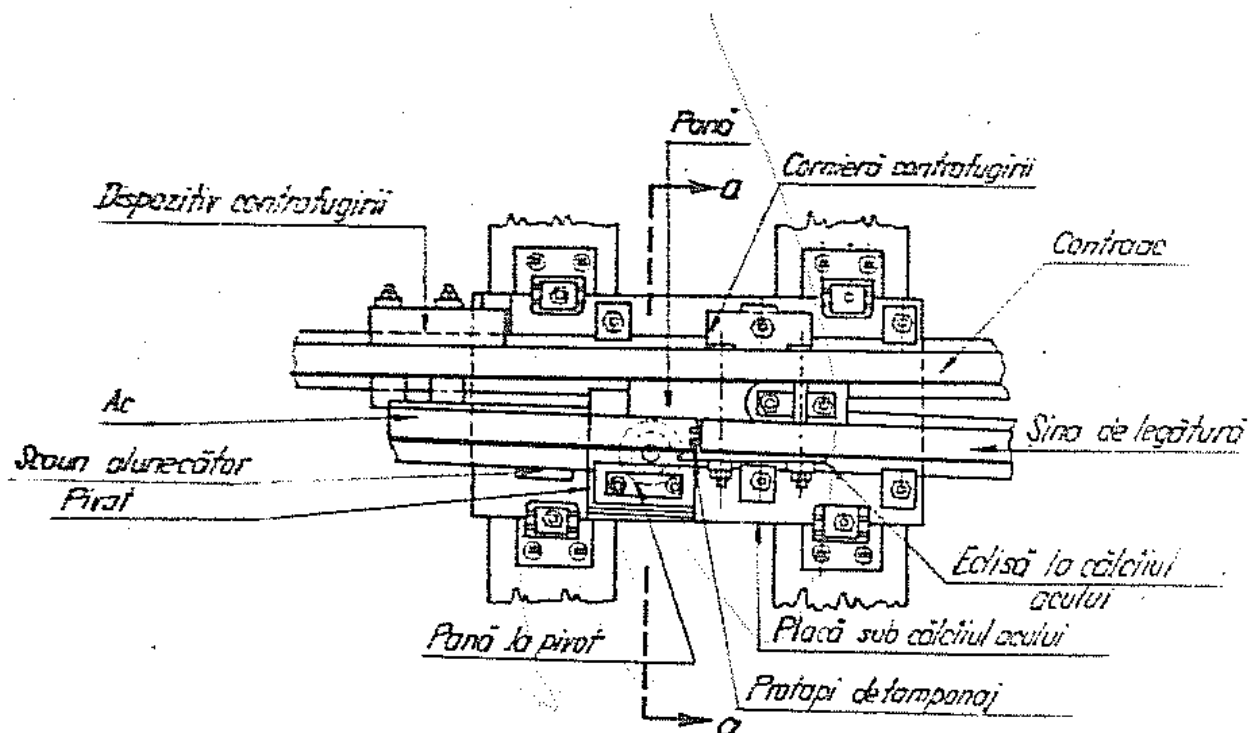
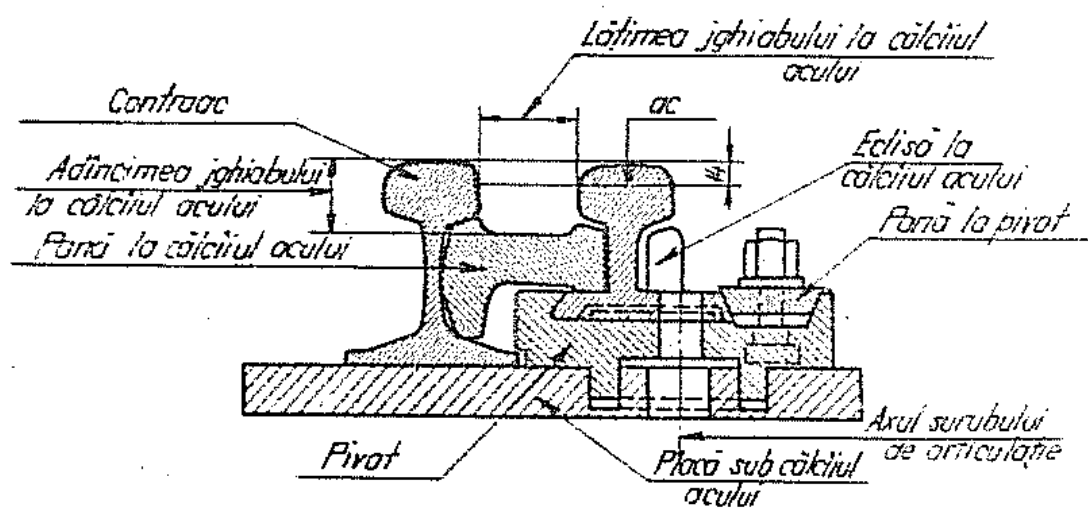


Fig. XI.35. Fixarea călcâiului cu articulație -
- vedere în plan -



Talpa acului cu laturile prelucrate oblic este prinsă de pivot cu ajutorul unei pene și a două șuruburi iar pentru a fi oprită deplasarea relativă dintre ac și pivot, acesta din urmă este prevăzut cu două praguri semicilindrice care pătrund în locașuri corespunzătoare practicate în talpa acului.

Fixarea subansamblului alcătuit din ac și pivot de placa de sub călcîiul acului se realizează prin șurubul de articulație (în fig. XI.36) este arătată axa acestui șurub) prevăzut cu inel resort și prin eclisă și pana de la călcîiul acului care vin în contact fiecare cu partea respectivă superioară de la talpa șinei.

Așa cum rezultă din fig. XI.35 pana dintre ac și contrac este prinsă direct (cu două șuruburi verticale) de placa de sub călcîiul acului iar eclisa este prinsă indirect de această placă (prin două șuruburi orizontale care trec prin inima șinei de legătură și apoi prin celelalte elemente de fixare care leagă șina de legătură, pana respectivă și contracul de placa de sub călcîiul acului). Pana de la călcîiul acului trebuie să asigure menținerea lățimii și adîncirii jghebului dintre ac și contrac și totodată să permită rotirea acului; eclisa de la călcîiul acului trebuie de asemenea să permită rotirea acului. Șurubul de articulație, eclisa și pana de la călcîiul acului opresc ridicarea acului în zona călcîiului.

Dacă se produc deplasări relative între piesele care compun articulația, rotirea acului în condiții normale este împiedicată. Astfel: inelul pivotului se poate înțepeni în locaș; se anulează rostul dintre ac și șina de legătură etc. Pentru a fi prevenite astfel de deplasări s-a prevăzut dispozitivul contrafugirii și corniera contrafugirii (fig. XI.35) care leagă placa de sub călcîiul acului de contrac; de asemenea (fig. XI.35) s-au prevăzut proțapi de tamponaj, fixați de placa de sub călcîiul acului, care împiedică apropierea la mai mult de 3 mm a șinei de legătură de capătul acului.

Rezultă că articulația de la călcîiul acului este realizată din multe detalii; acestea presupun o execuție îngrijită.

Articulația de la călcîiul acului se consideră un punct slab al macazului cu ace cu articulație; în prezent, ca urmare a acestui fapt, se extind din ce în ce mai mult acele flexibile.

Un alt mod de realizare a articulației de la sfîrșitul acului, utilizat în SUA și URSS, este arătat schematic în fig. XI.37. În acest caz acul se poate roti între pana dintre ac și contrac și eclisa din spate interiorul căii. Pentru a fi posibilă rotirea acului, eclisa

se curbează în dreptul rostului. Pentru ca la strângerea șuruburilor orizontale să nu se producă îndreptarea eclisei (șuruburile orizontale trec în acest caz și prin inima acului), între pană și eclisă se introduce un manșon de distanțare; acest manșon, care trece prin gaura din inima șinei ac, obligă ca spațiul dintre eclisă și pană să se mențină constant.

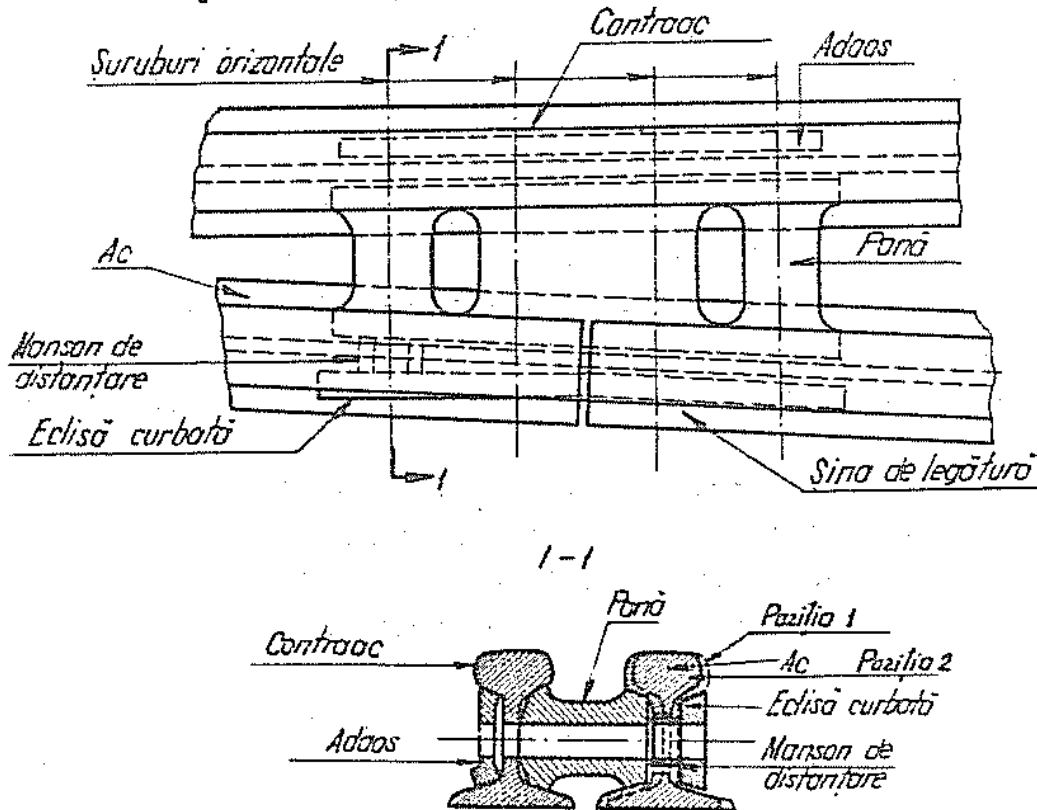


Fig.XI.37. Variantă de realizare a articulației la călcâiul acului

XI.2.4.2.2. Prelucrarea acelor

În plan orizontal, la prelucrarea acelor și respectiv a contraacelor se ține seama de următoarele cerințe:

- obținerea unei fețe laterale active în zone de trecere de la ac la contraac cu neregularități geometrice minime, fiind exclusă lovirea vârfului acului de către buzele bandajelor în cazul atacării schimbătorului pe la vîrf;

- în zona de vîrf acul să fie suficient de robust;

- fața activă a acului prelucrat și lipit de contraac să se înscrie pe curba de rază dată;

- talpa acului să nu lovească în contraac și ca urmare să împiedice lipirea completă a acului de contraac, iar golul care rămîne între inima șinei contraacului și inima șinei ac să permită fixarea

diferitelor dispozitive anexe (să între capul șurubului de fixare a cutiei de înzăvorîre de la fixătorul de macaz etc);

În plan vertical, la prelucrarea acelor și respectiv la prelucrarea contraacelor se ține seama de următoarele cerințe :

- bandajele să transmită integral încărcarea la ace numai atunci cînd secțiunea acestora este suficient de puternică;
- neregularitatea geometrică care există la trecerea de la ac la contraac și invers - datorită formei tronconice a bandajelor - să fie cît mai redusă (adîncime mică și lungime mare pe care se pierde această adîncime);
- în cazul intrării unei părți a acului sub umărul cîmparicii contraacului, pentru a fi evitată încărcarea acului la vîrf ca urmare a deformării contraacului, între partea respectivă de ac și umărul contraacului se lasă un joc vertical de mărime suficientă.

Avînd în vedere forma tronconică a buzei bandajului și faptul că cele două roți ale osiei montate se mențin în permanență la aceeași distanță, pentru respectarea condițiilor arătate se impune ca zona de vîrf a acului, pe o anumită lungime, să fie sub nivelul suprafeței de rulare a contraacului iar fața laterală activă a acului lipit de contraac să realizeze în plan traseul urmărit (drept sau curb) cu neregularități geometrice minime. Astfel de neregularități geometrice în plan apar din cauză că, pentru păstrarea unei anumite rigidități la vîrfurile acului și pentru evitarea lovirii vîrfurilor acului, acesta se prelucrază în plan, ca în fig.XI.38 (la ace cu articulație cu $R \leq 5000$ realizate pe principiul tangentei), sau ca în fig.XI.39 (la acele cu articulație cu raza de 1200 m și la acele flexibile realizate pe principiul tangentei).

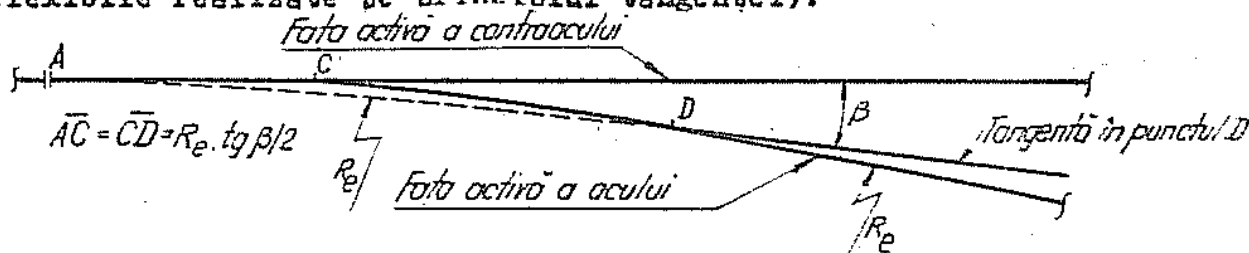


Fig.XI.38. Prelucrarea vârfului acului în plan

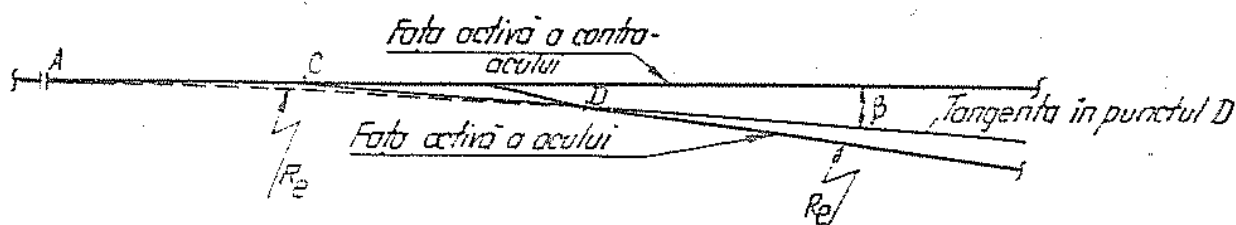


Fig.XI.39. Teșirea în plan a vârfului acului

Unghiul β corespunzător începutului real al curbei pe firul exterior, reprezentat în fig.XI.38 și fig.XI.39, poartă numele de unghi inițial al acului.

Debivelarea dintre suprafața de rulare a contraacului și fața superioară a acului în zona în care se urmărește ca acul să nu fie încărcat de bandaj este în concordanță cu înclinarea de 1:20 a suprafeței de rulare a bandajului și cu lățimea feței superioare a acului. Pentru ca acul să nu fie încărcat pe porțiunea stabilită a vârfului trebuie să existe jocurile Δh_1 și Δh_2 , reprezentate în fig.XI.40.

Unghiul inițial al acului β trebuie astfel ales încât ciocnirea bazei bandajului de suprafața laterală a acului - fiind osia montată circular spre vârful acelor (fig.XI.41) cu buza bandajului lipită de contraac - să fie în limite convenabile. Imediat după producerea primului contact, între buza bandajului și fața laterală activă a acului, deoarece în continuare grosimea acului crește, dispare contactul dintre buza bandajului și fața laterală a contraacului. Se poate spune că în zona de trecere de la contraac la ac (sau invers), pentru anumite condiții de circulație (bandajul roții respective este lipit de fața contraacului) osia montată parcurge o neregularitate geometrică în plan orizontal. Intrucât componenta orizontală care se produce în momentul primului contact și care acționează în lungul acului trebuie să fie redusă, este de dorit ca unghiul inițial al acului să fie cât mai mic.

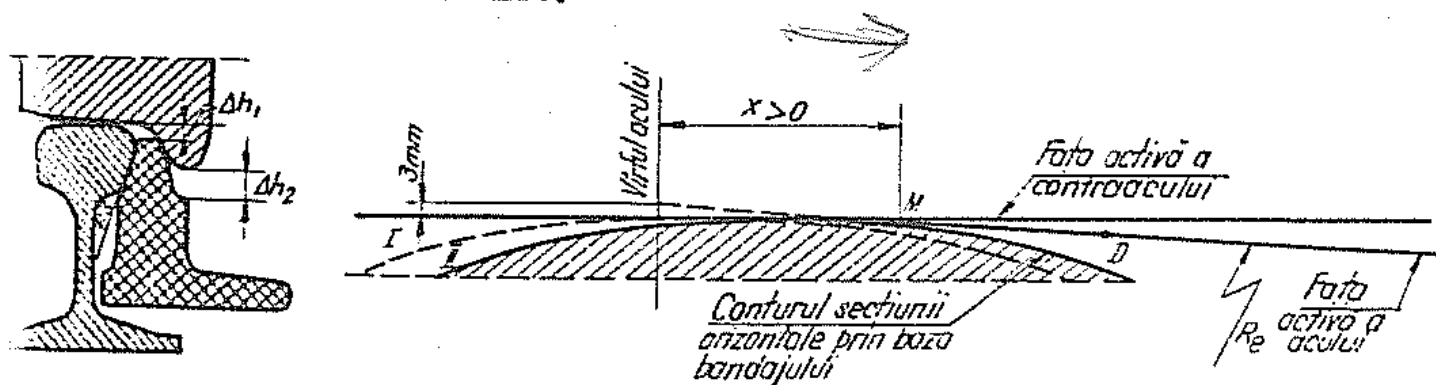


Fig.XI.40. Secțiune prin bandaj, contraac și ac în zona de vîrf a acului

Fig.XI.41. Poziția punctului de contact M dintre bandaj și ac în raport cu vârful acului

În fig.XI.42 se arată prelucrarea diferitelor secțiuni din lungul acului; din această figură rezultă și modul de prelucrare a contraacului.

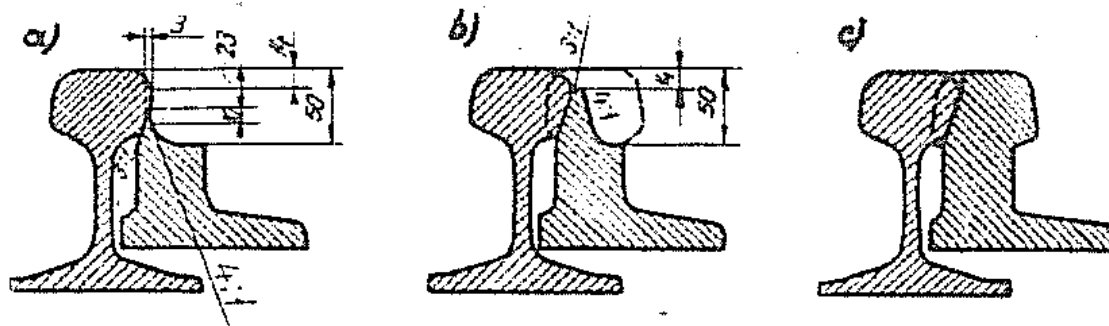


Fig.XI.42. Prelucrarea diferitelor secțiuni în lungul acului;

a/ secțiune în dreptul vârfului acului; b/ secțiune în dreptul punctului D (fig.XI.41); c/ secțiune în locul unde acul ajunge la nivel cu contraacul

Din momentul producerii primului contact dintre buza bandajului și suprafața laterală activă a acului (fig.XI.41) buza bandajului este obligată să se depărteze de contraac; întrucât rezemarea bandajului continuă să se mențină pe contraac pe cercuri efective de rulare din ce în ce mai mici, central de greutate al roții suferă o scădere pe verticală. Când suprafața de rulare a bandajului vine în contact cu fața superioară a acului (care este înclinată în lung), se produce o ciocnire între bandaj și ac.

Efectele acestei ciocniri sînt cu atât mai mici cu cît înclinarea în lung a feței superioare a acului este mai mică iar lungimea pe care se transmite încărcarea de la contraac la ac este mai mare. Un exemplu de prelucrare în plan vertical a acului este arătat în fig XI.43. În apropierea secțiunii în care denivelarea dintre ac și contraac este nulă, acul trebuie să fie capabil să preia integral sarcina transmisă de bandaj.

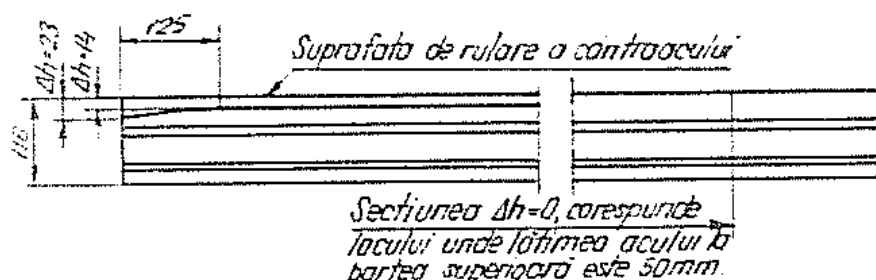


Fig.XI.43. Prelucrarea acului în plan vertical

Rezultă că la trecerea roții de pe contraac pe ac (sau invers) ca și în plan orizontal - roata parcurge o neregularitate geometrică. Coberirea maximă a roții în zona vârfului acului în raport cu

suprafața de rulare a contrascului este de circa 2 mm.

Înainte de a se trece la prezentarea altor elemente componente din alcătuirea macazului și la asamblarea părților componente ale macazului, este necesar să fie detaliate unele mărimi privind circulația în condiții normale a osiilor montate și a bazelor rigide în caprișul macazului; acestea sînt: lățimea jgheburilor; adîncimea jgheburilor; lărgimea căii pe direcția principală și pe direcția secundară; deplasarea acelor la virf cu ocazia manevrării lor.

Lățimea jgheburilor se determină - ținîndu-se seama de toleranțele la lărgimea căii și de toleranțele la elementele geometrice ale osiei montate - astfel încît buza bandajului de la roata 1 (fig. XI.44) să nu solicite acul cu forțe orizontale dirijate înspre axa căii. Între fața interioară a bandajului de la roata 1 și fața laterală nesolicitată a acului trebuie să rămîină un joc (acoperire) de cel puțin 1 mm; în fig. XI.45 se arată situația care determină lățimea jghebului (x) dintre acul drept și contrascul curb; lărgimea standardizată a jghebului este de 67 mm.

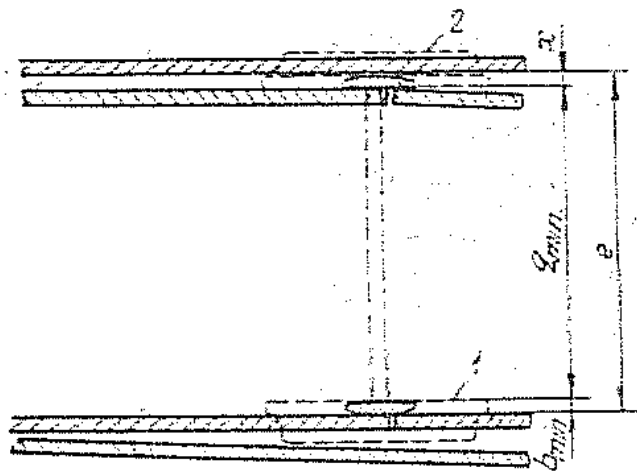


Fig. XI.44. Osia montată cu dimensiuni limită în zona de călărie a acului pe linia directă

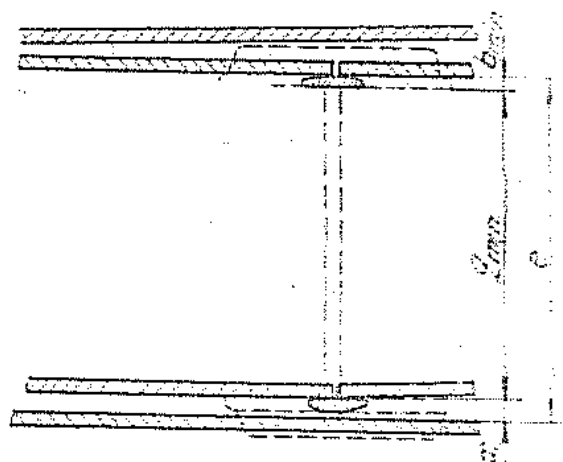


Fig. XI.45 Osia montată cu dimensiuni limită în zona de călărie a acului pe linia abătută

Adîncimea jgheburilor se stabilește ținînd seama de uzurile admise la șine și de uzurile admise la bandaje - astfel încît în nici o situație buza bandajului să nu atingă fundul jghebului; trebuie deci ca (fig. XI.46) Δh să fie mai mare ca zero. Considerînd uzura verticală a șinei de 14 mm și înălțimea maximă a buzei bandajului de 36 mm, rezultă pentru



Fig. XI.46. Rezemarea corespunzătoare a bandajului

adîncirea jgheabului valoarea de 50 mm.

Lărgimea căii, în cazul schimbătoarelor de cale avînd rază mică pe linia abătută, se stabilește astfel încît să fie asigurată înscirarea în condiții la limită a bazei rigide cu lungimea cea mai mare. Problemele privind înscirarea vehiculelor în curba schimbătorului sînt similare cu problemele de înscirarea în curbă pe liniile din afara schimbătorului. O situație specială apare în zona vîrfului acului - secțiunea X - X din fig.XI.47 - unde acesta are fața superioară sub suprafața de rulare a contracacului; în această secțiune

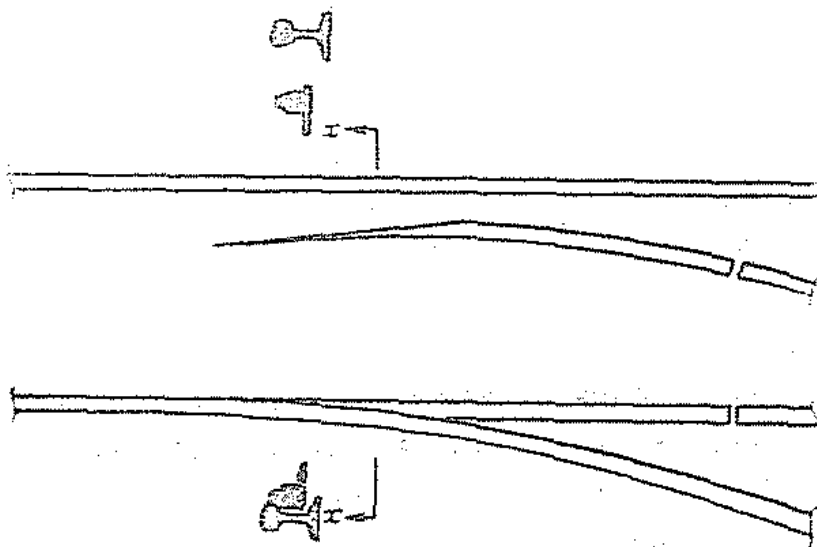


Fig.XI.47. Secțiune prin macaz unde este necesară verificarea lărgimii căii

există pericolul ca osia montată cu dimensiuni defavorabile să nu rezeme în condiții corespunzătoare pe suprafața de rulare.

În urma calculelor efectuate privind înscirarea în curbă a unui vehicul cu baza rigidă formată din trei osii, se consideră necesar a se executa supralărgirea căii în curbe cu raza sub 215 m.

Deplasarea acului cu ocazia manevrării se stabilește astfel încît acul aflat în poziție îndepărtată de contrasă să nu fie lovit de fețele interioare ale buzelor de la bandaje, în felul arătat ca exemplu în fig.XI.48. În cazul macazurilor la care acele sînt legate cu bară de conexiune s-a ales cursa acelor în dreptul acestei bare de 150 mm; la macazurile prevăzute cu fixătoare de vîrf cursa acelor s-a ales de 160 mm.

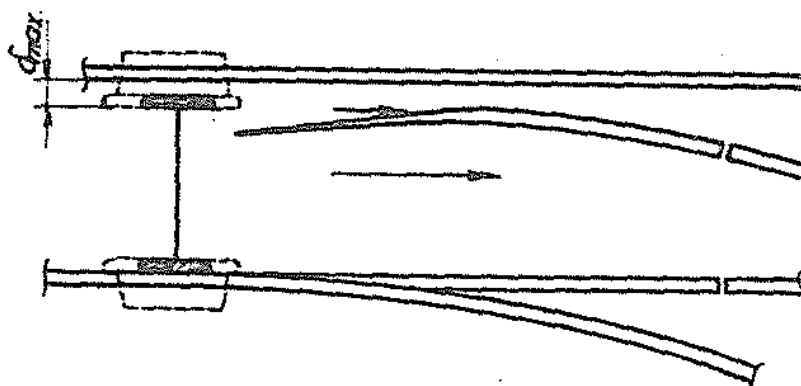


Fig.XI.48. Deplasarea insuficientă a acului curb

XI.2.4.2.3. Fixătoare de macaz. Unele aspecte în legătură cu manevrarea acelor

Fixătoarele de macaz sînt elemente componente ale macazului prin intermediul cărora se execută manevrarea acelor și fixarea acestor de contrasce în poziție corectă. Fixătoarele de macaz sînt acționate de dispozitivele de acționare a macazului și anume :

- aparatul de manevră, în cazul manevrării manuale;
- mecanismul de macaz, în cazul folosirii transmisiei prin sîrme;
- electromecanismul de macaz, în cazul folosirii curentului electric la acționarea motorului electric cu care este dotat electromecanismul de macaz.

În cazul folosirii mecanismului de macaz sau a electromecanismului de macaz manevrarea acelor este comandată de la distanță, centralizat.

Fixătoarele de macaz trebuie astfel concepute încît să înzăvraască acele după manevrarea lor, adică să nu permită dezlipirea acelor lipite de contrasce și totodată să permită atacarea falsă a macazului fără ca macazul, sau însuși fixătorul de macaz, să se deterioreze. Prin atacarea falsă a macazului se înțelege circulația pe o direcție de pe schimbător de la sfîrșitul acestuia spre vîrfurile lui ^{sînt} cînd acele ^{sînt} manevrate pentru circulația pe cealaltă direcție din cuprinsul schimbătorului. În fig.XI.49 se reprezintă o situația de atacare a falsă a macazului.

Un fixător care permite ca acul lipit să se depărteze de contrasce în cazul atacării false a macazului fără ca acul sau însuși fixătorul de macaz să se deterioreze se consideră că este talonsabil.

Există diferite feluri de fixătoare de macaz. Cele mai bune rezultate s-au obținut în cazul folosirii fixătorului de macaz cu cleme.

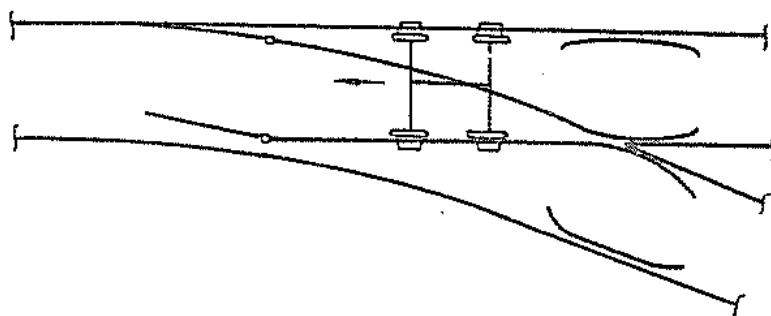


Fig.XI.49. Atacarea falsă a macazului

Pentru înțelegerea rolului fixatoarelor de macaz, în continuare va fi prezentat fixătorul de macaz cu cleme de la vârful schimbătorului simplu. Vederea generală a fixătorului cu cleme este arătată în fig.XI.50. Ca părți principale ale fixătorului de macaz cu cleme se deosebesc: o bară de acționare; două cutii de înzăvorire și două cleme de fixare.

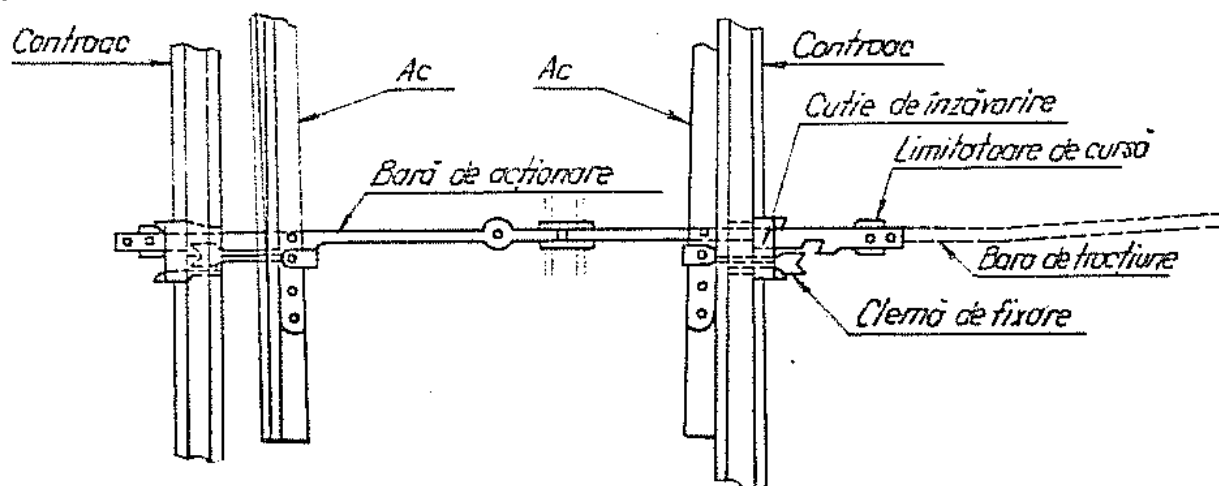


Fig.XI.50. Fixătorul de vîrf cu cleme

Bara de acționare are forma din fig.XI.51 și este formată din două semibare din oțel lat izolate electric. Legătura cu dispozitivul de acționare se poate realiza pe oricare parte a liniei folosind, după caz, una din din găurile de la capătul barei sau legătura se poate realiza folosind gaura din mijloc. Găurile situate de o parte și de alta, în raport cu gaura din mijloc, sînt prevăzute pentru introducerea bolturilor de siguranță cu ajutorul cărora se limitează posibilitățile de deplasare ale barei de acționare (la limita acestia ajung să lovească în talpa contraacului). Tot pentru limitarea deplasărilor barei de acționare sînt prevăzute găuri pentru fixarea la capetele barei a limitatoarelor de cursă (fig.XI.50).

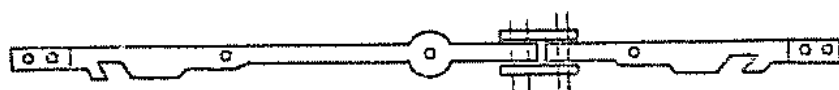


Fig.XI.51. Bară de acționare

Cutia de înzăvorîre se execută din oțel turnat și se fixează de inima contrascului, la exteriorul acestuia prin două șuruburi (fig.XI.52 și fig.XI.53). Prin cutia de înzăvorîre trec bara de acționare și clema de fixare. Marginile dinspre exteriorul căii ale cutiei de înzăvorîre sînt oblice (unghiul α din fig.XI.53) și servesc la înzăvorîrea clemei acului lipit de contrasac (fig.XI.50).

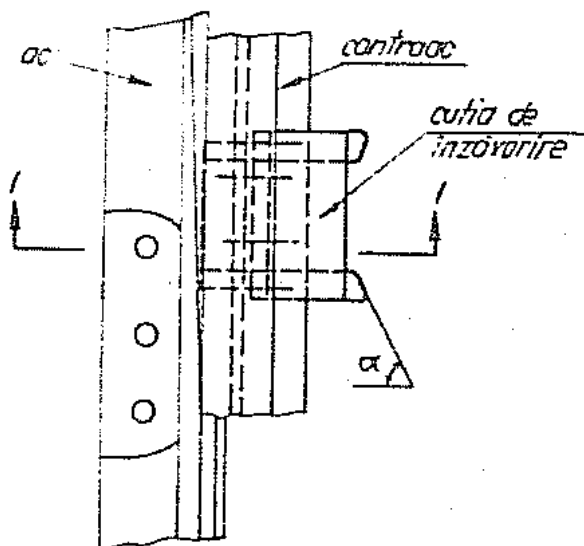


Fig.XI.52. Cutia de înzăvorîre
(vedere în plan)

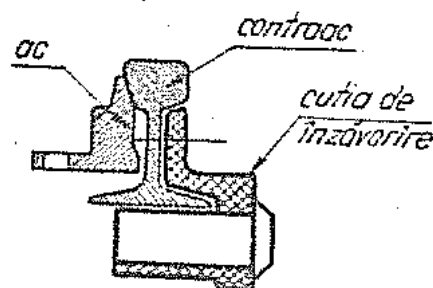


Fig.XI.53. Cutia de înzăvorîre
(secțiune 1 - 1)

Clemele de fixare se execută forjate sau din oțel turnat (fig. XI.54 și fig.XI.55); acestea sînt fixate articulat de ac și au capătul în formă de coadă de rîndunică. Această formă este corelată cu dimensiunile scobiturii din bara de acționare și cu marginile oblice ale cutiei de înzăvorîre.

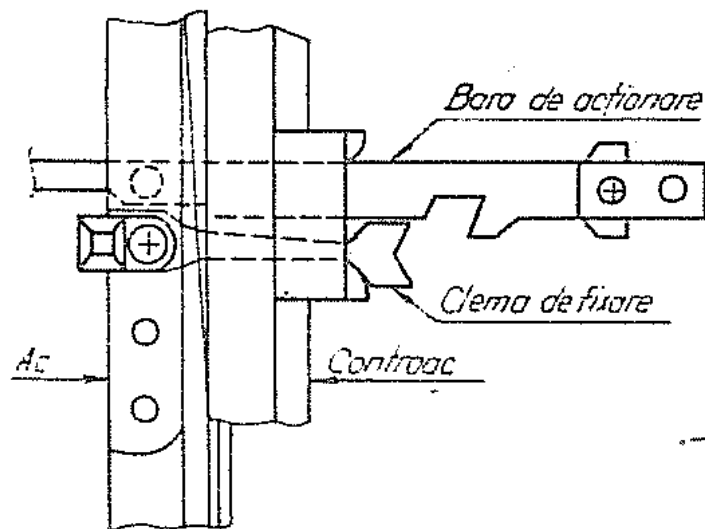


Fig.XI.54. Clema de fixare
(vedere în plan)

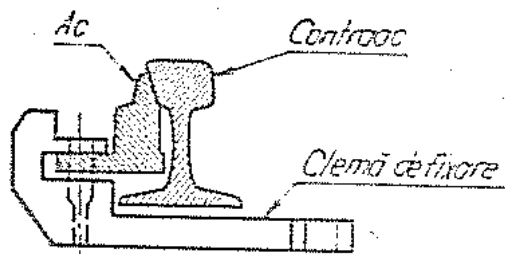


Fig.XI.55. Clema de fixare
(vedere laterală)

Clema de fixare și bara de acționare nu pot glisa împreună prin golul din cutia de înzăvorîre decât atunci cînd partea respectivă din capătul clemei de fixare se găsește în scobitura barei de acționare.

Modul în care se realizează manevrarea și fixarea acelor în cazul fixătorului de macaz cu cleme rezultă din fig.XI.56.

În timpul cursei complete de 220 mm a barei de acționare a fixătorului se disting trei faze caracteristice :

a). Pe prima parte a cursei barei de acționare (60 mm) denumită cursă de dezăvorîre acul din dreapta rezemat de contraac nu se deplasează (deoarece partea respectivă din capătul clemei de fixare nu se află în scobitura barei de acționare) iar acul din stînga depărtat de contraac este obligat să execute aceeași cursă ca și bara de acționare (deoarece partea respectivă din capătul clemei de fixare se găsește în scobitura barei de acționare);

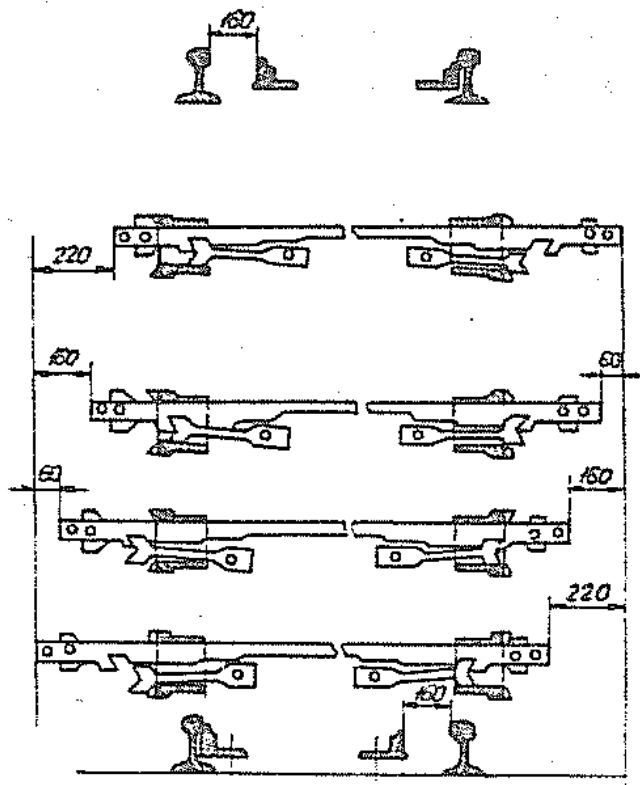


Fig.XI.56. Modul în care se realizează manevrarea și fixarea acelor în cazul fixătorului de macaz cu cleme

b) In partea a doua a cursei barei de acționare (100 mm) denumită cursă de manevrare ambele ace și clemelerospective se deplasează cu aceeași cantitate ca și bara de acționare (pereții laterali ai cutiei de înzăvorire permit această mișcare deoarece părțile respective ale capetelor clemelor de fixare se găsesc în scobiturile barei de acționare) ;

c) In ultima parte a cursei barei de acționare denumită cursă de înzăvorire (60 mm) acul din dreapta se deplasează cu aceeași cantitate ca și bara de acționare iar acul din stânga rezemat de contrasac rămâne nemișcat (acest ac a ajuns lângă contrasac la sfârșitul cursei anterioare).

In prima parte a acestei curse clema de fixare din dreapta este obligată să se rotească în jurul punctului de articulație (prin faptul că grosimea barei de acționare în afara scobiturii este mai mare) iar partea din capătul clemei de fixare care este opusă barei de acționare vine în contact cu marginile oblice ale cutiei de înzăvorire.

In cazul atacării false a macazului (fig.XI.49), datorită prăririi de către roata 2 a acului dezlipit se produce mai întâi cursa de deșăvorire timp în care acul rezemat de contrasac rămâne nemișcat, apoi sub acțiunea ambelor roți care împing acele lateral, se produce cursa de manevrare pînă cînd acul pe care trece roata 2 ajunge lângă contrasacul respectiv. Cursa de înzăvorire nu se mai produce deoarece prin trecerea vehiculului nu se mai transmite forțe la bara de acționare.

Fixătoarele de macaz sînt astfel construite încît să nu permită înzăvorirea dacă între ac și contrasac există un joc mai mare de 4 mm.

Pentru a controla dacă un parcurs (care cuprinde un număr de secare de macazuri) a fost bine executat se procedează diferit în funcție de felul instalațiilor pentru organizarea circulației trenurilor și pentru realizarea condițiilor de siguranță necesare.

In cazul acționării manuale a macazurilor cu ace cu articulație prevăzute cu bare de conexiune sau cu fixătoare de macaz cu clemă, pentru controlul parcursului se folosesc închietorile cu chei (câte o închietoare în dreptul virfului fiecărui ac). După manevrarea macazurilor de pe un parcurs în poziție corectă și închierea lor cheile sînt depuse la tabloul de chei din cabina acarului. Prin prezența cheilor la tablou este controlată corecta executare a parcursului și se poate trece la manevrarea semnalelor. In acest caz dependența dintre macazuri și semnale este asigurată de personalul de exploatare.

Astfel de instalații pentru organizarea circulației trenurilor și realizarea condițiilor de siguranță sînt denumite instalații de asigurare cu încuietori cu chei. Dacă pentru macazurile unui parcurs se folosesc încuietori cu chei conjugate (cheile încuietorilor sînt dependente între ele, pentru fiecare parcurs realizat obținîndu-se în final o singură cheie care este denumită cheie de parcurs) iar dependența dintre poziția macazurilor și poziția semnalelor se realizează electric în aparatul de bloc al postului de macazuri, instalația pentru organizarea circulației și realizarea condițiilor de siguranță necesare este denumită instalație de încuietori cu chei și bloc. În acest caz, după blocarea cheii de parcurs în aparatul de bloc este permisă manevrarea semnalelor. În cazul acționării manuale a macazurilor cu ace flexibile prevăzute cu fixătoare de macaz cu cleme, controlul poziției acului lipit cu ajutorul încuietorii de la vârful acului respectiv nu constituie verificarea faptului că celălalt ac a executat cursa completă și totodată că acul lipit este înzăvorît de contraacul respectiv. Pentru a se împiedica încuierea acului lipit dacă acesta nu este înzăvorît complet și dacă acul dezlipit nu a executat cursa completă, în cazul acelor flexibile se folosește un dispozitiv de control care prinde articulat bara de acționare de ac.

Macazurile comandate de la distanță (cu ajutorul transmisiilor prin sîrme sau electric) sînt considerate macazuri centralizate. Instalațiile pentru organizarea circulației trenurilor și pentru realizarea condițiilor de siguranță folosite în astfel de situații poartă numele de instalații de centralizare. Numărul de dependențe realizate în cazul instalațiilor de centralizare este mult sferit în comparație cu instalațiile de asigurare cu încuietori cu chei cu și fără bloc.

Acționarea macazurilor folosind electromecanismele de macaz - în cadrul instalațiilor de centralizare electrodinamice - este acționarea cea mai modernă. În cazul folosirii electromecanismelor de macaz și a fixătoarelor de macaz cu cleme, poziția acelor în raport cu contraacele este verificată electric prin contactele pe care le provoacă în interiorul electromecanismului de macaz cîte o bară de control legată de fiecare dintre cele două ace. Între electromecanismul de macaz și macaz există în acest caz trei bare; una este pentru acționarea fixătorului de macaz cu cleme, iar două sînt bare de control pentru poziția acelor.

XI.2.4.2.4. Asamblarea elementelor componente ale macazului

Anterior s-a arătat modul în care se realizează legătura de la

căminul acelor. Deoarece acele trebuie să poată fi deplasate dintr-o poziție în alta, ele nu trebuie să fie fixate pe reazeme. Într-adevăr, așa cum rezultă din fig.II.57 acele reazemă simplu pe alunecătoare. Totuși, asupra acelor acționează, în afara sarcinilor verticale și sarcinilor orizontale (forța de ghidare sau forța de șerpuire, forța de înecare, forțe de fugire etc). Pe zona de contact dintre ac și contrasac (la acul lipit de contrasac), forțele orizontale transversale căii se transmit contrasacului. Pe restul secțiunii de ac, pentru transmiterea forțelor orizontale transversale căii se folosesc proțapii; aceștia sînt prinși de inima contrasacului, asigurînd menținerea jgheabului dintre ac și contrasac. Lungimea umerilor de rezemare a proțapului este în funcție de poziția acestuia în lungul scului. Pentru a se asigura o stabilitate cît mai mare a acului este indicat ca umerii de rezemare ai proțapului să acționeze cît mai aproape de cîmperecă, fără însă a fi atinși de busele uzate ale bandajelor. În fig.II.58 este arătată forma și modul cum se prinde proțapul de contrasac.

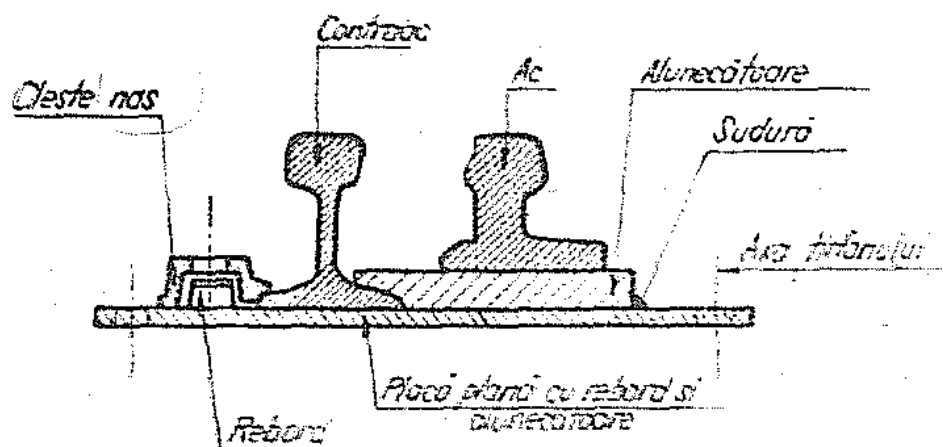


Fig.II.57. Ansamblul de prindere a contrascului și de rezemare a scului

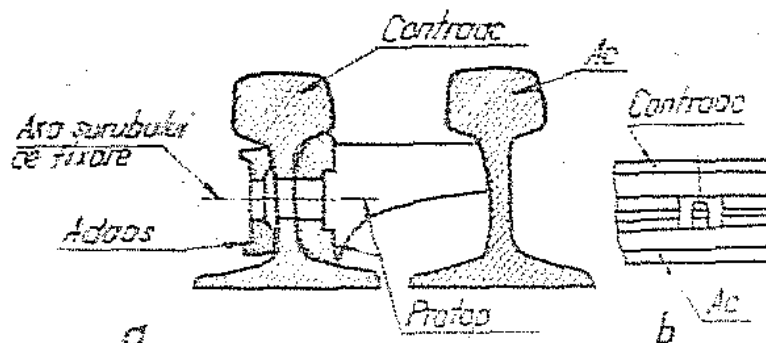


Fig.II.58. Proțap; a/secțiune; b/vedere în plan

Intrucît lăţimea jgheabului dintre ae şi contrasae este varia-
bilă, orice deplasare relativă între ae şi contrasae în lungul căii
saa scoste proţapul din funcţiune (umerii de rezemare ai acestuia de-
vin mai mici decît lăţimea jgheabului) sau face din proţat o piedică
în lipirea completă a acelor de contrasae. Pentru a spori rezistenţa
la deplasarea acelor şi contrasacelor în lungul căii, în zona de la
călcîi a macaselor cu ace flexibile se prevăd plăci suport pe care
se audează cepuri de formă cilindrică care pătrund în lăcăşele
corespunzătoare practicate în talpa acului şi talpa contrasacului (fig
XI.59). De asemenea pentru a spori rezistenţa la răsturnare a contra-
sacului, acesta este prevăzut, în partea dinspre exteriorul căii, cu
sprîjinitoare aşezate câte unul la fiecare traversă, în şah (pe con-
trascul drept şi pe contrascul curb). Detaliul de realizare al unui
sprîjinitor este arătat în fig.XI.60; aceste sprîjinitoare se exe-

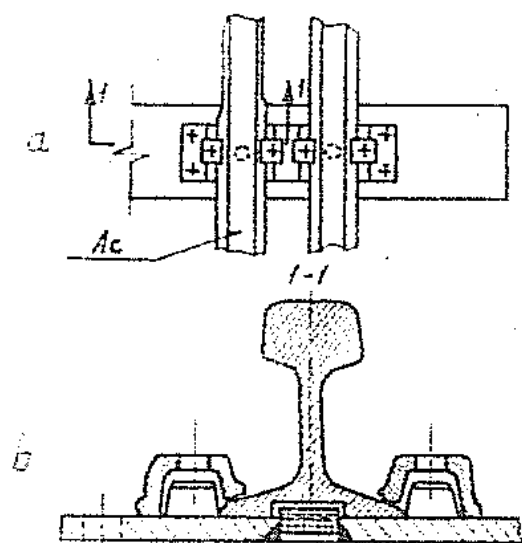


Fig.XI.59. Amenajare care sporeş-
te rezistenţa care se opune
la deplasarea acului şi con-
trasacului în lungul căii
a/ vedere în plan;
b/ secţiune 1-1

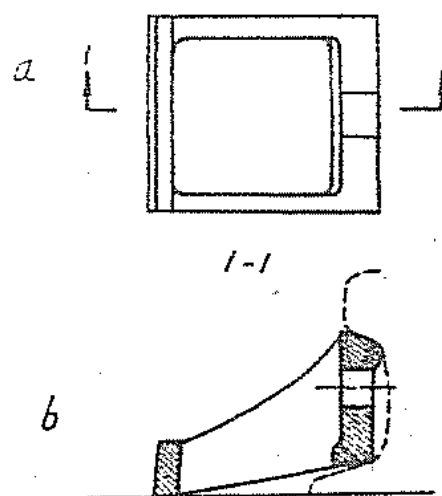


Fig.XI.60. Sprîjinitor
a/ vedere în plan;
b/ secţiune

cută din oţel turnat şi au dezavantajul că pentru fixarea lor este
necesară găurirea inimii contrasacului.

Pentru a evita slăbirea contrasacului au fost concepute sprî-
jinitoarele executate prin turnare dintr-o singură bucată, denumite
sprîjinitoare bloc, care se fixează cu ajutorul a doi cleşti pană
(fig.XI.61).

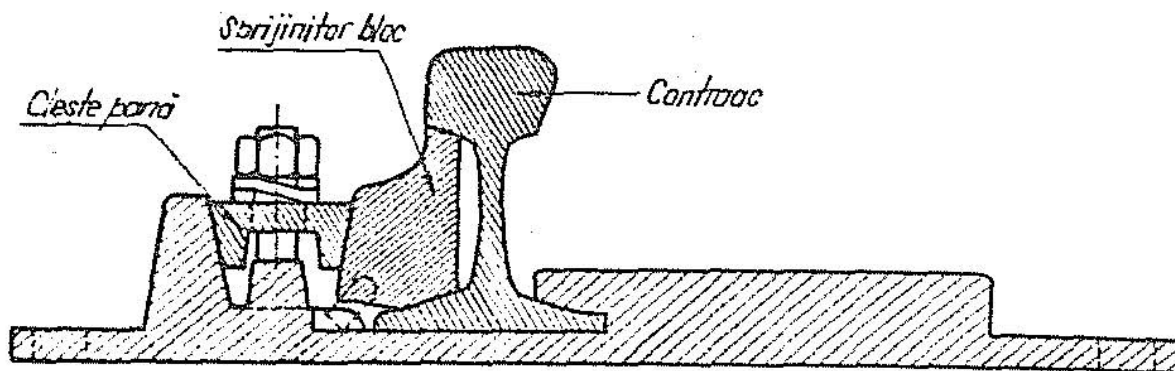


Fig. XI. 61. Sprijinitorul bloc

În figura XI.62 se arată ansamblul de prindere a contraacului și de rezemare a acului pe capătul unei traversa unde contraacul este prevăzut cu sprijinitoare.

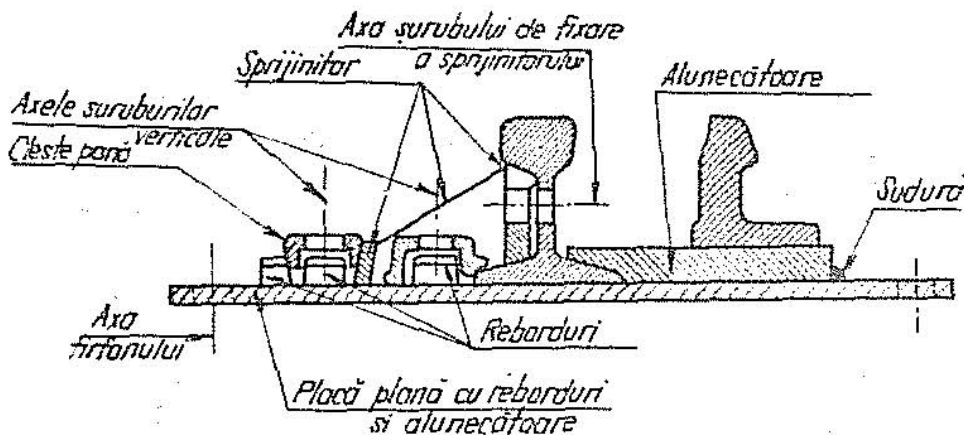


Fig. XI.62. Fixarea contraacului

În fig. XI.63 este prezentat planul general al macazului. La macazurile de construcție veche (model 1941) există o placă generală pe toată lungimea acului.

La macazurile executate în prezent placa generală este înlocuită cu plăci cu prindere indirectă, ceea ce permite executarea în mai bune condițiuni a burajului traverselor și totodată curbarea macazului în vederea obținerii în caz de nevoie a schimbătoarelor curbate. Constructiv șinele în cuprinsul macazului sînt montate fără înclinarea de 1:20 (fig. XI.62); această montare se păstrează pe întreg cuprinsul schimbătorului; montarea fără înclinare a fost preferată datorită faptului că într-o astfel de realizare se reduce dificultățile de execuție.

Majoritatea plăcilor folosite în cuprinsul macazului sînt plăci speciale.

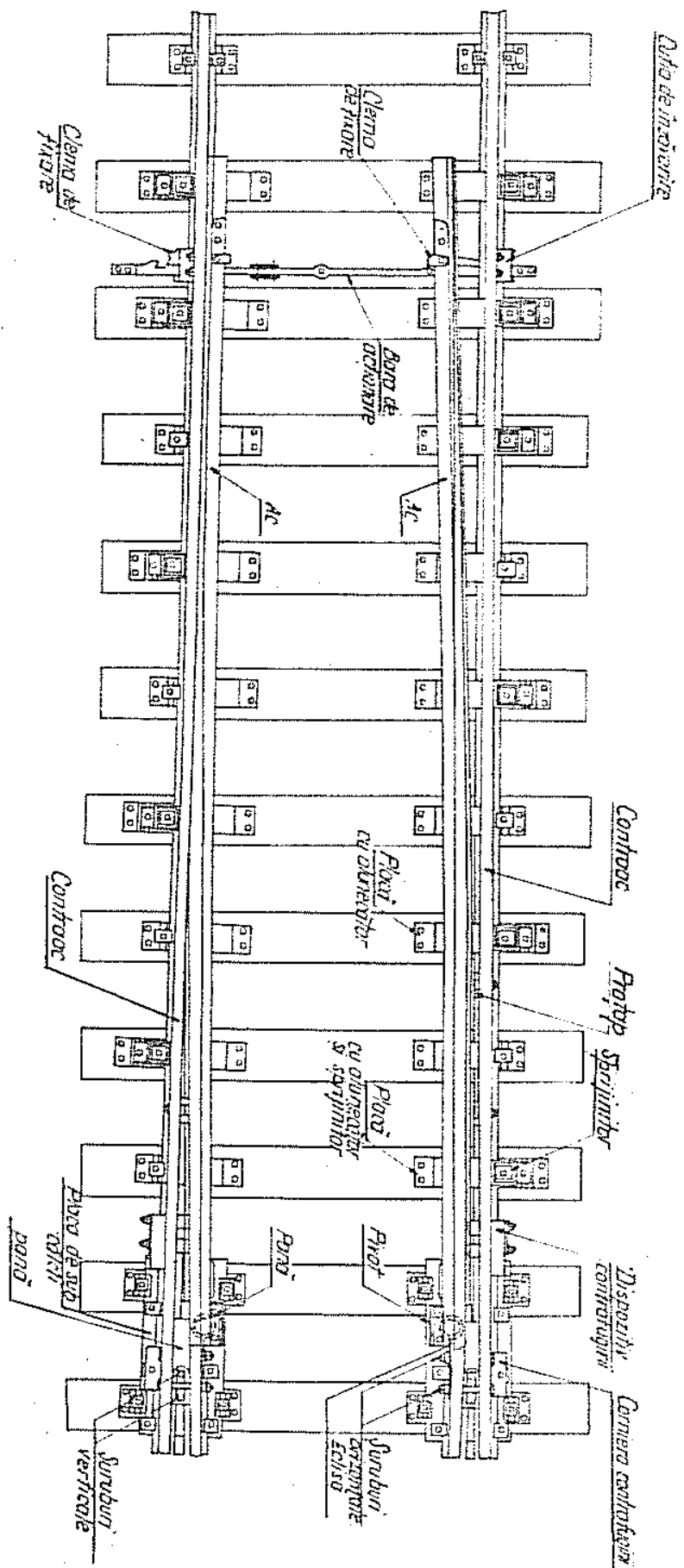


Fig. XI.63. Mecan cu ace cu articulatie.

XI.2.5. Inima de încrucișare

XI.2.5.1. Noțiuni ajutătoare și elemente geometrice

Inima de încrucișare este alcătuită din inima propriu-zisă și din șinele de rulare prevăzute cu contrașine. Inima propriu-zisă (fig.XI.64) este alcătuită la rândul ei din aripi, vîrful inimii și șinele vîrfului.

Spațiile dintre aripi și fețele laterale active ale vîrfului inimii poartă numele de jgheaburi. Secțiunea din fața vîrfului inimii, unde depărtarea dintre aripi este minimă poartă denumirea de gîtul inimii. Punctul de intersecție dintre prelungirile fețelor laterale active ale vîrfului inimii constituie vîrful teoretic al inimii; acest vîrf este fictiv. Vîrful real (fizic) al inimii din considerente constructive are o grosime de 10 mm.

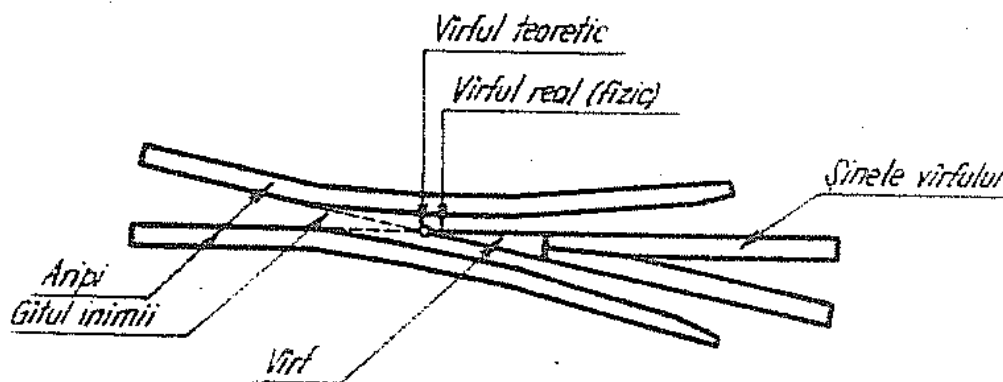


Fig.XI. 64. Inima propriu - zisă

Fețele laterale ale vîrfului inimii pot fi ambele în aliniament, una în aliniament și una în curbă sau ambele în curbă.

Profilul longitudinal și transversal al inimii trebuie să satisfacă condiția ca traectoria centrului de greutate a vehiculului la trecerea peste inimă să nu sufere discontinuități bruste în sens vertical și orizontal care afectează confortul călătorilor în special la circulația cu viteze mari.

Principalele cerințe referitoare la asigurarea circulației în condiții normale în zona inimii de încrucișare sînt :

1. Pentru ca sarcinile verticale să nu se transmită prin vîrfurile buzelor de la bandaje trebuie ca adîncimea jgheaburilor pe lîngă aripi și de lîngă șinele de rulare să fie corespunzătoare.

2. În zona vîrfului inimii, bandajele roților trec de pe un element al inimii pe altul; în cazul circulației dinspre vîrful

schimbătorului se trece de la aripă la vârful inimii.

Ca și în cazul trecerii de pe ac pe contraac la macaz, neregularitatea geometrică din plan vertical trebuie să fie cât mai mică, sarcina verticală trebuie să fie preluată integral de vârful inimii numai când secțiunea vârfului inimii este suficient de puternică, iar unghiul de atac din plan vertical în momentul producerii primului contact dintre suprafața de rulare a bandajului și fața superioară a vârfului inimii să fie cât mai mic. Satisfacerea acestor cerințe impune ca, între nivelul suprafețelor de rulare de la aripi și nivelul feței superioare a vârfului inimii să existe o denivelare (vârful inimii să fie sub nivelul aripilor). Mărimea acestei denivelări se stabilește ținând seama de profilul suprafeței de rulare a bandajului, de elementele geometrice din această zonă ale inimii de încrucișare precum și de elementele geometrice ale osiei montate. Denivelarea amintită se poate realiza prin coborîrea nivelului feței superioare a vârfului inimii sub planul general de rulare sau atît prin coborîrea feței superioare a vârfului inimii cît și prin ridicarea nivelului aripilor în raport cu planul general de rulare (asemenea aripi sînt denumite aripi cu supraînălțare). În fig. XI. 65 este arătat cazul cînd

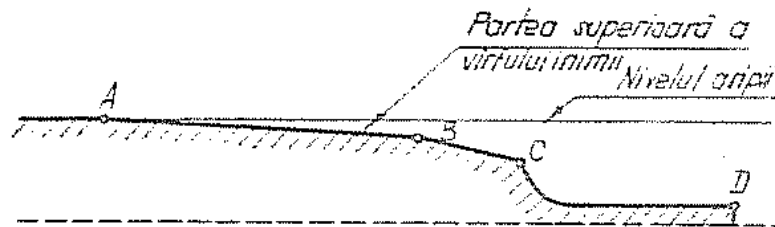


Fig. XI. 65. Realizarea denivelării vârfului inimii

aripile sînt fără supraînălțare; punctul C corespunde vârfului fizic al inimii; punctul B corespunde secțiunii în care lățimea vârfului este suficient de mare astfel încît să poată prelua o parte din încărcarea transmisă de bandaj (această lățime se alege între 20,5 mm și 23 mm); punctul A corespunde aproximativ cu secțiunea în care vârful inimii preia integral sarcina transmisă de bandaj (în punctul A lățimea vârfului inimii este egală cu lățimea ciupercii șinei. Primul contact dintre suprafața de rulare a bandajului și fața superioară a vârfului inimii - pentru osia care circulă dinspre macaz - se produce pe zona BA. În cazul aripilor cu supraînălțare, profilul în lung

pentru vârful inimii și pentru aripă este prezentat în fig.XI.66;

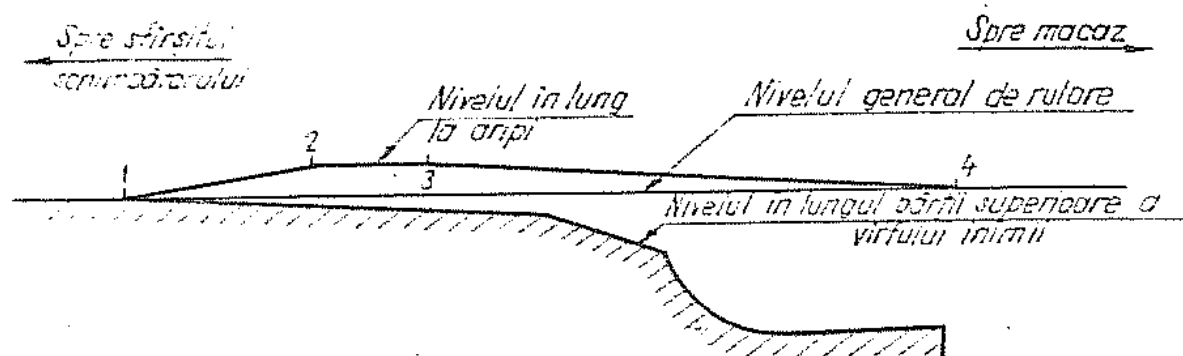


Fig.XI.66. Aripă cu supraînălțare

punctul 4 corespunde gâtului inimii iar punctul 1 corespunde secțiunii în care lățimea vârfului inimii este egală cu lățimea ciupercii șinei normale. Supraînălțarea aripii este constantă în dreptul zonei unde lățimea vârfului inimii este de 40 mm (secțiunea de 40 mm este secțiunea de la care se consideră că vârful inimii poate prelua integral încărcarea transmisă de bandaj). Prin execuția supraînălțată a aripii se urmărește reducerea neregularității geometrice parcurse de roată la trecerea prin zona vârfului inimii și reducerea uzurii aripilor prin mărirea suprafeței de contact dintre bandaj și ciuperca aripii.

3. Fețele laterale active ale vârfului inimii se execută în prelungirea fețelor laterale ale șinelor de legătură care converg spre vârful inimii, astfel încât să se realizeze continuitatea suprafețelor laterale active pe cele două direcții din cuprinsul schimbătorului; se exceptează o lungime redusă, măsurată de la vârful real înspre sfîrșitul schimbătorului, lungime pe care se realizează o țesire pe 150 mm a fețelor laterale active ale vârfului inimii (fig.XI.67); în dreptul vârfului fizic lățimea acestuia se reduce de la 15 mm

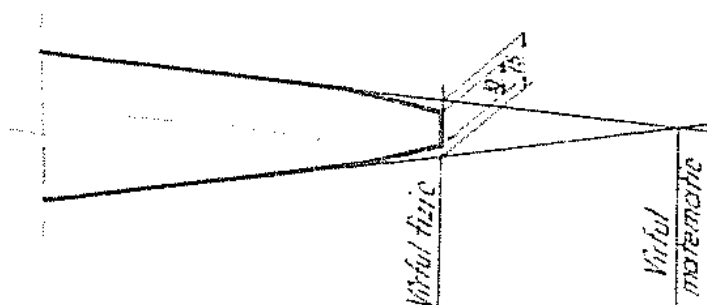


Fig.XI.67 Țesirea în plan a vârfului inimii

la 10 mm. Fețele laterale ale vârfului inimii se execută cu înclinarea de 1/16 spre aripă.

Poziția contrașinelor este astfel aleasă încât să nu fie posibilă

lovirea sau presarea fețelor laterale ale vârfului inimii de către buzele bandajelor. Această cerință impune păstrarea cu strictețe a distanței minime (care a fost stabilită la 1393 mm dintre fața activă a contrașinei și fața laterală activă a vârfului inimii; din fig. XI.68 rezultă schema de calcul a depărtării contrașinei față de suprafața laterală a vârfului inimii.

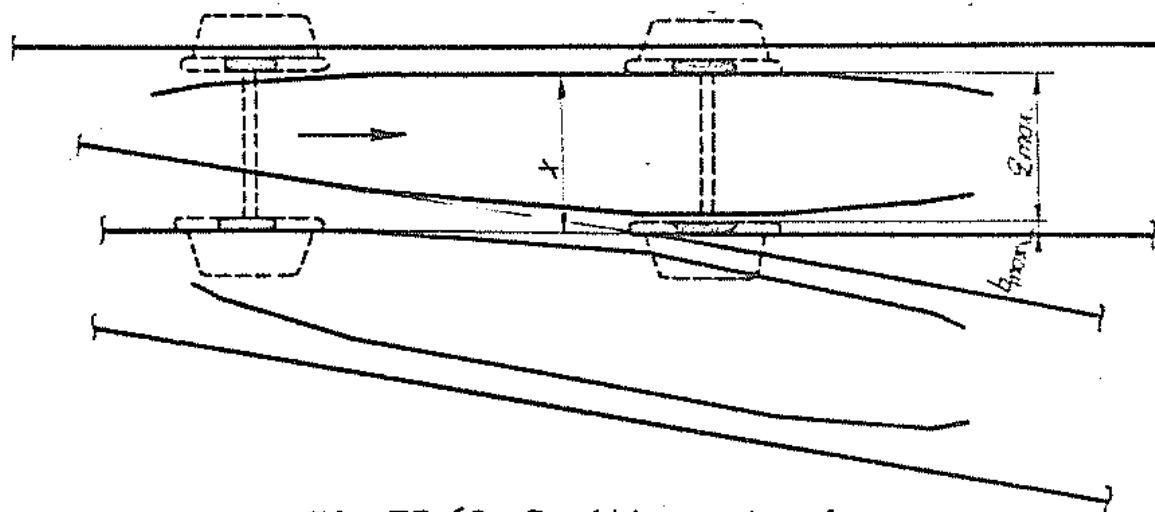


Fig. XI.68. Poziția contrașinei

Respectarea acestei distanțe are o mare importanță. Dacă distanța arătată scade (datorită, spre exemplu, uzurii contrașinei) sub 1393 mm atunci osia montată care are depărtarea maximă între fețele interioare ale buzelor bandajelor și bandaje noi cu grosimea maximă a buzei pot provoca lovirea feței laterale a vârfului sau chiar lovirea vârfului fizic. Deoarece toleranța în plus în exploatare la distanța de 1393 mm este de numai 2 mm iar vârful inimii este tășit (fig. XI.67) de la lățimea de 15 mm la lățimea de 10 mm, în cazul cînd toleranțele sînt respectate este exclusă lovirea vârfului fizic, cu condiția ca prinderea contrașinei să nu permită deplasarea laterală a acesteia spre vârful inimii sub sarcina dinamică.

4. Lățimea jgheabului în dreptul gîtului inimii se stabilește din considerente geometrice, avînd în vedere ca roata 2 de la o osie montată cu abateri defavorabile și care circulă pe directă să nu lovească asupra aripii în zona situată la stînga punctului (fig. XI.69). Lățimea jgheabului trebuie să fie luată cît mai mică posibil astfel încît unghiul de atac asupra aripii pe porțiunea 1-2 să fie cît mai redus (pentru a nu fi necesare limitările vitezei de circulație pe linia directă în cazul atacării schimbătorului pe la vîrf).

Analizînd mai departe mersul osiei montate spre sfîrșitul schimbătorului (osie montată din poziția arătată în fig. XI.69), se

constată că pe porțiunea 1-2-3 fața interioară a bandajului de la roata 2 este ghidată de aripă; punctul 2 este situat în dreptul vârfului teoretic al inimii, iar punctul 3 este situat în dreptul secțiunii unde lățimea vârfului inimii este suficientă pentru a prelua

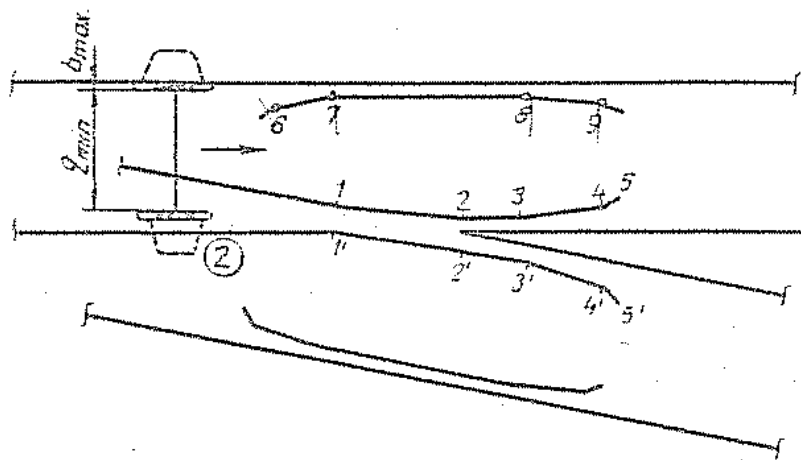


Fig. XI.69. Lățimea jgheaburilor

integral sarcina transmisă de bandaj. Pe de o parte - pentru ca bandajul roții 2 să rezeme în condiții normale pe porțiunea 1'-2'-3' de aripă în zona în care vârful inimii este sub nivelul aripii - se cere ca jgheaburile dintre fețele laterale active ale vârfului inimii și aripi pe zonele 2-3 și 2'-3' să fie cât mai mici, iar pe de altă parte, pentru a fi evitată înțepenirea osiei cu dimensiuni defavorabile între contragină și aripă, este de dorit ca lățimea jgheabului dintre aripă și vârful inimii pe zona 2-3 să fie cât mai mare. Bandajul de la roata 2 reazemă în condiții normale pe aripă în zona 2'-3' dacă porțiunea din suprafața de rulare a bandajului aflată deasupra aripii (Δx) nu se reduce prea mult (spre exemplu sub 20 mm); pentru a îmbunătăți situația, în partea dinspre vârful inimii, aripile se prelucresc ca în fig. XI.70 (se elimină racordarea dintre suprafața de rulare a aripii și suprafața laterală a acesteia; drept urmare suprafața bună pentru rezemare de la aripă este apropiată de vârful inimii). Pentru a evita înțepenirea osiei montate între aripă și contragină, distanța între aceste piese trebuie să fie astfel stabilită încât osia montată cu dimensiunea minimă între fețele interioare

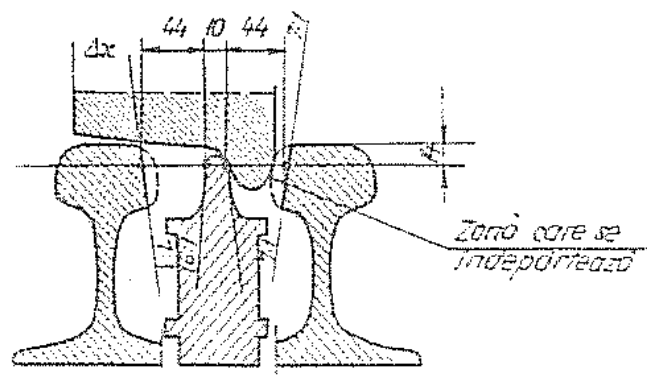


Fig. XI.70. Prelucrarea aripilor

ale buzelor de la bandaje (1357 mm) să poată circula liber prin zona inimii de încrucișare. Avînd în vedere dimensiunile limită prezentate de 1393 mm și 1357 mm, lățimea jgheabului dintre contrașină și șina de rulare s-a stabilit de 41 mm iar lățimea jgheabului dintre aripă și vârful inimii de 44 mm.

La stabilirea acestor valori s-a avut în vedere toleranțele la lățimea căii și la lățimea jgheaburilor.

Pe porțiunile 2-3 și 2'-3' lățimea jgheaburilor se menține constantă.

Dacă se urmărește circulația osiei montate (fig.XI.71) avînd roata 2 lipită de față laterală activă a șinei drepte de legătură care trece prin vârful teoretic al inimii, se constată că - pentru a fi evitată lovirea capătului

contrașinei în situația cînd contrașina ar fi realizată în aliniament - trebuie prevăzută înclinarea capătului contrașinei în plan orizontal (pe figură, porțiunea 8-9). În mod similar rezultă că este necesară porțiunea 6-7 de la celălalt capăt al contrașinei și porțiunile 3-4 și 3'-4' de la aripi (pentru aceasta este necesar să se

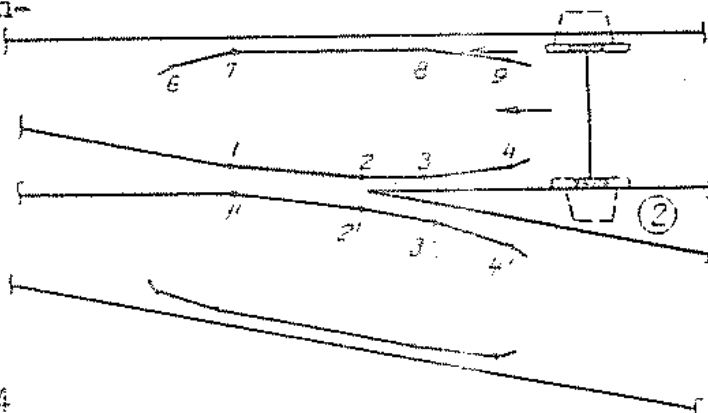


Fig.XI.71. Unghi de atac la contrașină

analizeze circulația osiei montate în ambele sensuri. Porțiunea dintre gîtul inimii și secțiunea unde lățimea vârfului inimii este suficientă pentru a prelua integral sarcinile transmise de bandaj (această lățime se consideră egală cu 40 mm), poartă denumirea de spațiu periculos; pe această porțiune lățimea jgheabului de lângă șina de rulare se menține constantă (între punctele 7-8 fig.XI.71). Inclinaările în plan ale porțiunilor evazate ale contrașinelor și ale aripilor se aleg astfel încît solicitările dinamice suplimentare care apar în momentul ciocnirii între buzele bandajelor și aceste piese să rezulte în limite convenabile. Practic, mărimea acestor solicitări suplimentare este luată în considerație prin limitarea unghiurilor de atac respective. La porțiunile evazate de la contrașină precum și la porțiunile 3-4 și 3'-4' de la aripi, unghiul de atac poate fi redus prin lungirea zonelor respective; pe zone 1-2 de la

aripă, reducerea unghiului de atac poate fi făcută prin schimbarea tangentei inimii de încrucișare.

Inclinările 3-4, 6-7, 8-9 nu trebuie să depășească 1° la viteze pînă la 50 km/h și $40'$ la viteze mai mari.

Contrașinele se execută cu supraînălțare în raport cu suprafața șinei de rulare. În felul acesta, ghidarea roții se realizează în mai bune condițiuni deoarece lungimea de contact dintre roată și contrașină (K) rezultă mai mare decît lungimea k_1 corespunzătoare contrașinei montate la același nivel cu șina de rulare (fig.XI.72).

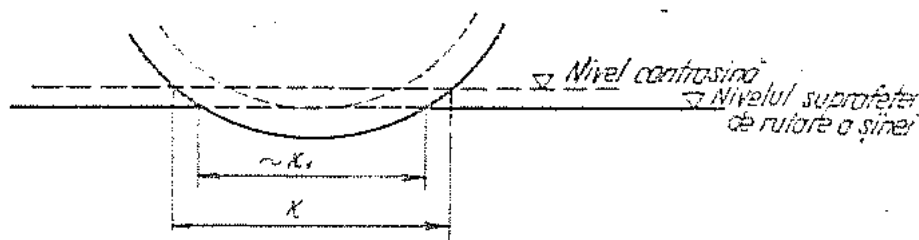


Fig. XI. 72. Lungimea de ghidare în cazul unei contrașine supraînălțate

La inima de încrucișare a schimbătorului simplu, supraînălțarea contrașinei a fost stabilită la 20 mm.

XI.2.5.2. Prezentarea elementelor componente ale inimii de încrucișare și asamblarea lor

Din punct de vedere constructiv, inima propriu-zisă a schimbătorului simplu se poate realiza din părți componente, denumită inima asamblată sau se poate realiza monobloc prin turnare (inima propriu-zisă formează un singur bloc) și este denumită inimă turnată.

La inimile asamblate aripile sînt realizate din șina cu profil normal prelucrate corespunzător. Vîrful inimilor asamblate poate fi realizat prin prelucrarea unor șine cu profil special denumite șine pline, din oțel aliat sau din oțel manganos. În cazul vîrfului realizat din șine pline, continuarea inimii se obține prin prelungirea șinelor vîrfului. În cazul vîrfurilor din oțel aliat sau oțel manganos, prelungirea vîrfului pînă la joantele de la sfîrșitul schimbătorului se poate realiza din șine pline prelucrate la capete pentru eclisare sau sudare, sau se poate realiza cu șine din profil normal; șinele care în cazul vîrfurilor din oțel aliat sau din oțel manganos servesc la realizarea continuării inimii sînt denumite șine cozi.

Secțiunile transversale prin șinele pline sînt arătate în fig. XI.73. Se constată că la profilul de șină plină se poate ajunge de

la profilul șinei normale prin sporirea secțiunii în zona inimii, sporire care este necesară pentru îmbinări. Pentru fixarea acestor profile se prevăd console la talpă (grosimea inimii șinei pline este mai mică decât lățimea tălpii).

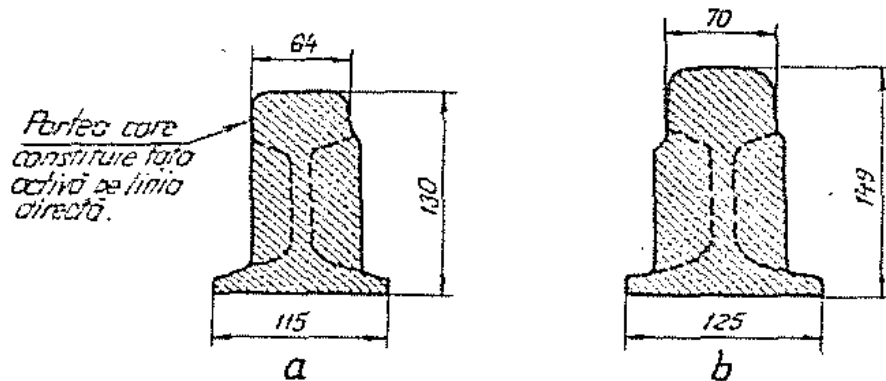


Fig.XI.73. Șine pline; a) tip 40; b) tip 49

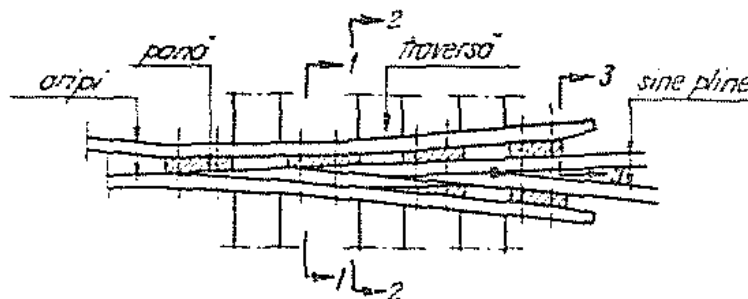


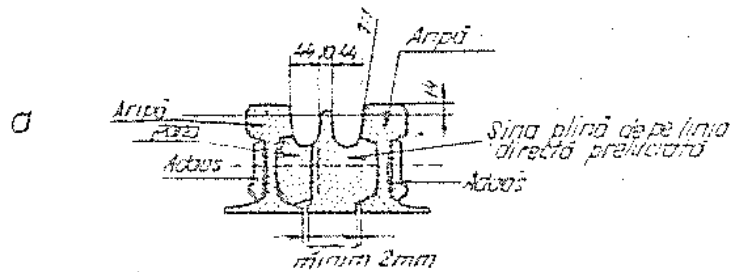
Fig.XI.74. Inima asamblată din șine pline

În fig.XI.74 este arătată vederea în plan a inimii asamblate din șine pline. Asamblarea șinelor pline prelucrate cu aripile din șine normale de asemenea prelucrate se realizează cu ajutorul penelor, adăosurilor, suruburilor și inelului resort.

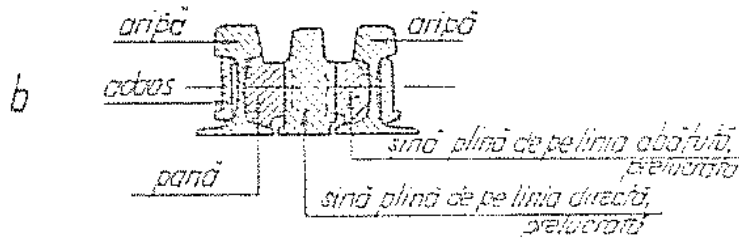
În fig.XI.75. sînt arătate secțiunile transversale prin inima asamblată din șine pline în situația cînd ambele fețe laterale ale vîrfului inimii sînt în aliniament

La stabilirea secțiunilor transversale prezentate în fig.XI. 75, s-a ținut seama de următoarele considerații:

- secțiunea în dreptul vârfului fizic 1-1



- secțiune în dreptul lățimii vârfului de 40 mm 1-2



- secțiune 3-3

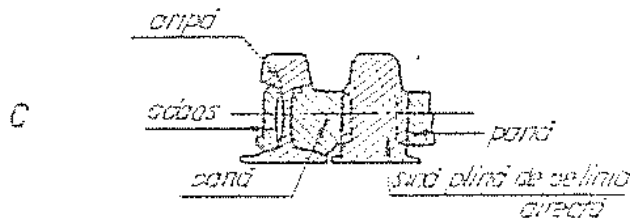


Fig.XI.75. Secțiuni transversale prin inima propriu-zisă realizată din șine pline

- Lățimea jgheaburilor se măsoară ca și lărgimea căii la 14 mm sub planul tangent comun la suprafețele de rulare ale șinelor;

- Pentru împiedicarea deplasărilor relative în lungul căii ale pieselor care se assemblează, penele intră în locașe practicate în inima șinelor pline;

- Tălpile șinelor asamblate (aripi și șine pline) se prelucreează astfel ca după strângerea șuruburilor să rămână între ele un spațiu liber de cel puțin 2 mm (pentru scurgerea apei și strângerea pieselor asamblate ca urmare a uzurilor apărute în exploatare).

- Adâncimea jgheburilor trebuie să fie suficientă, astfel încât buza bandajului să nu rezeme pe pene sau pe porțiunile prelucrate ale șinelor pline;

- Fețele laterale active prelucrate ale vârfului inimii și ale aripilor se execută cu înclinarea în plan vertical de 16/1 și respectiv 7/1;

Adaosurile se prevăd cu scopul de a asigura suprafețe paralele de rezemare pentru capul șurubului și pentru inelul resort; de asemenea forma adaosurilor este concepută ca să împiedice rotirea capului șurubului la strângerea piuliței respective

Fixarea inimii asamblate de traversele speciale se realizează cu ajutorul plăcilor cu dimensiuni variabile în funcție de poziția traversei. Plăcile sînt prevăzute cu reborduri.

În fig.XI.76 este arătat vârful inimii din oțel aliat și o parte din șinele cozi care sînt sudate de vîrf. Penele dintre aripi

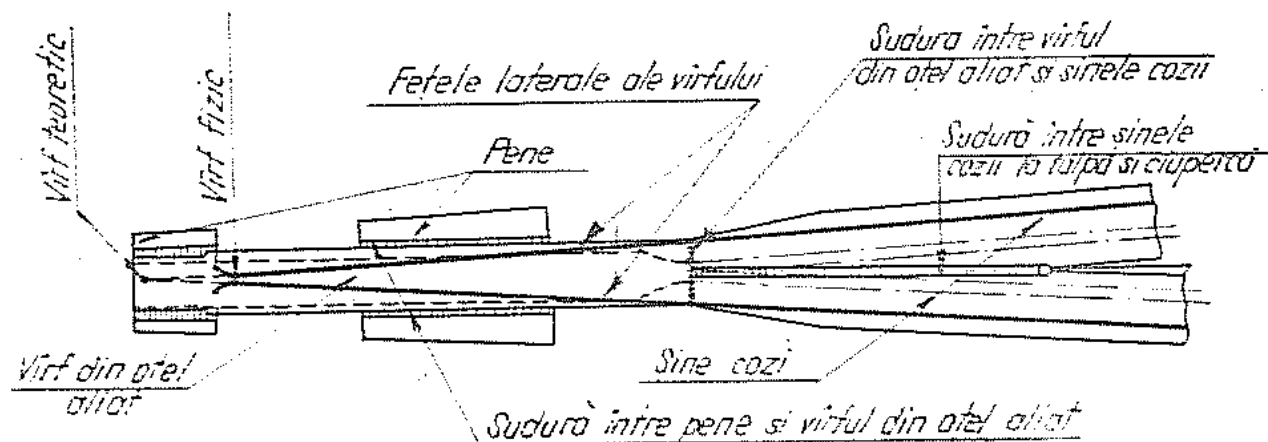
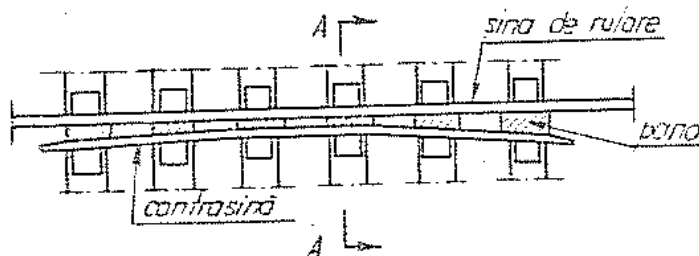
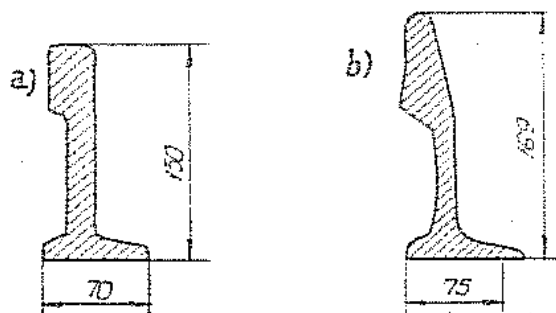
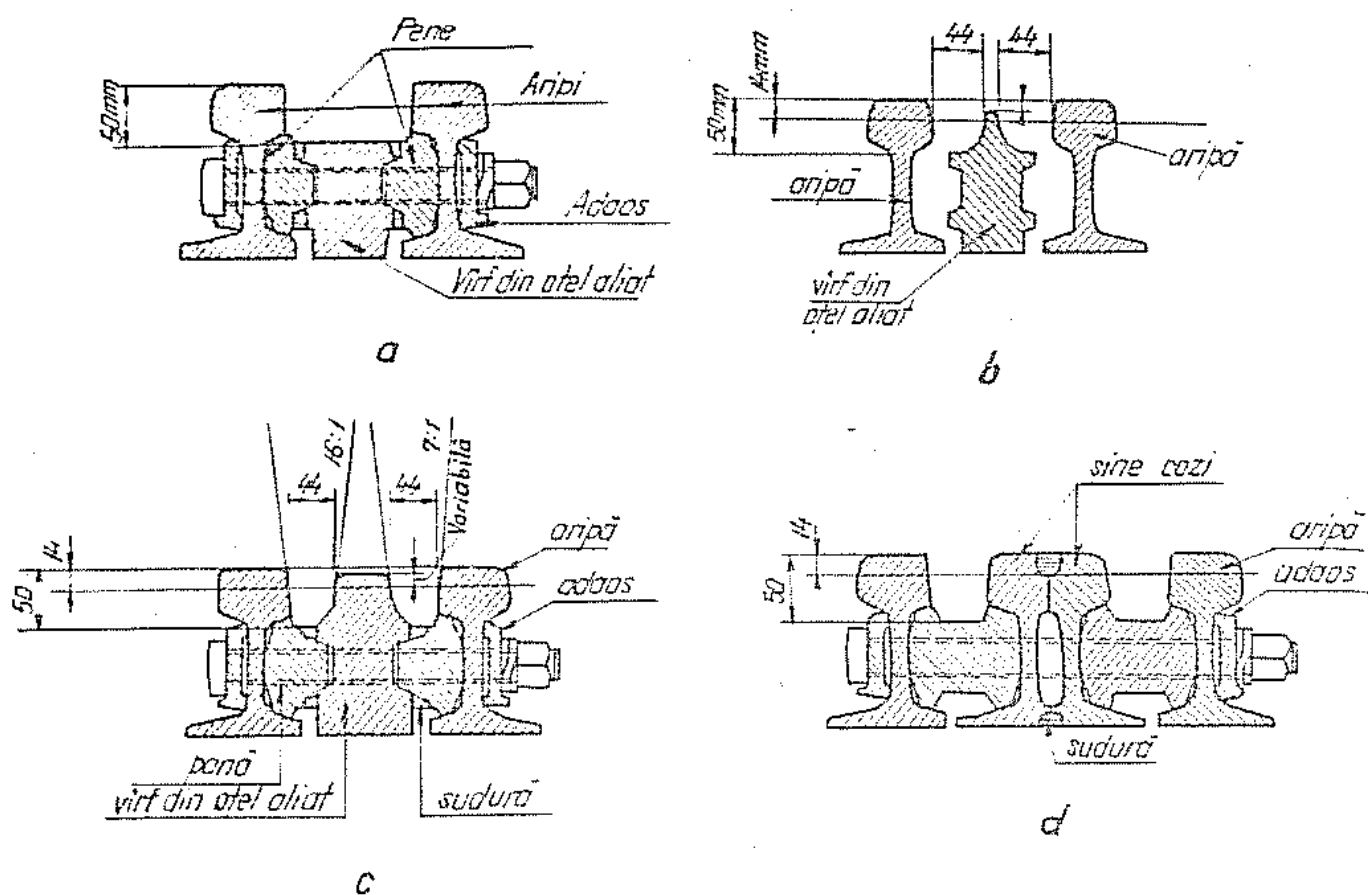


Fig.XI.76 Vîrful inimii din oțel aliat

și vîrf sînt sudate de vîrf de oțel aliat. Secțiunile transversale prin inima asamblată cu vîrf din oțel aliat în construcția sudată sînt arătate în fig.XI.77, a,b,c,d.

Șinele de rulare sînt realizate din șine cu profil normal. Contrașinele pot fi realizate în două variante din profile U prinse cu șuruburi de suporti fixați prin sudare de plăcile suport speciale sau din profile speciale pentru contrașine. În fig.XI.78. sînt prezentate profilele speciale de contrașine tip 40 și 49.

Asamblarea contrașinelor cu șinele de rulare se realizează cu ajutorul penelor, adaosurilor, șuruburilor orizontale și inelelor resort.



În fig.XI.79 este arătată vederea în plan a ansamblului șină de rulare cu contrașină iar în fig.XI.80 secțiunea transversală prin acest ansamblu.

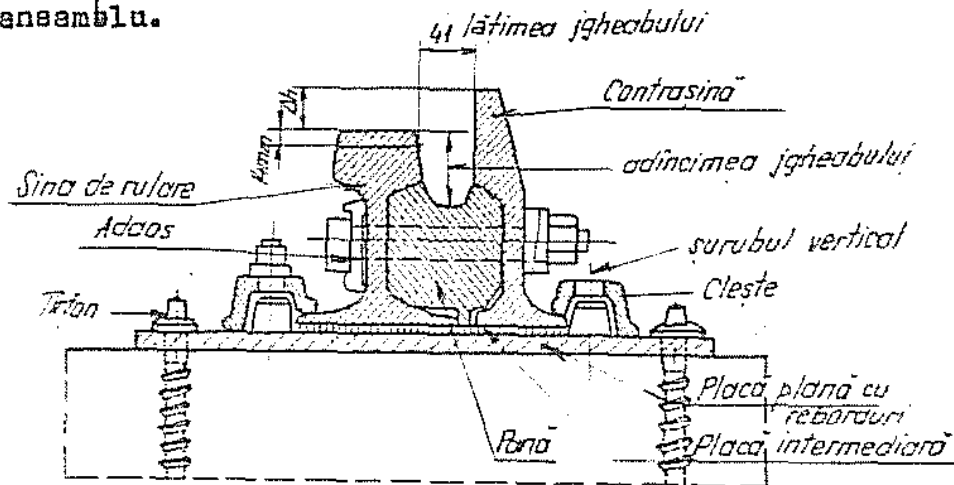


Fig. XI. 80. Secțiune A-A transversală prin șina de rulare cu contrașină

XI.2.6. Dispoziția traverselor în cuprinsul schimbătorului

La aparatele de cale se folosesc traverse normale și traverse speciale, prelucrate pe toate fețele, având lățimea de 26 cm, înălțimea de 16 cm, iar lungimea de la 2,80 la 5,60 m din 10 în 10 cm.

La schimbătoarele de cale standardizate având ambele fețe laterale ale vârfului inimii situate în aliniament, în zona macazului și a șinelor de legătură traversele se dispun perpendicular pe axa liniei directe; în zona inimii de încrucișare, traversele se dispun perpendicular pe bisectoarea unghiului inimii. Când una dintre fețele laterale active ale vârfului inimii este în curbă, atunci, pe toată lungimea schimbătorului, traversele se dispun perpendicular pe bisectoarea unghiului format de firul direct care nu trece prin vârful inimii și tangente la firul exterior al liniei abătute dusă în punctul în care axa traversei intersectează acest fir (fig.XI.81).

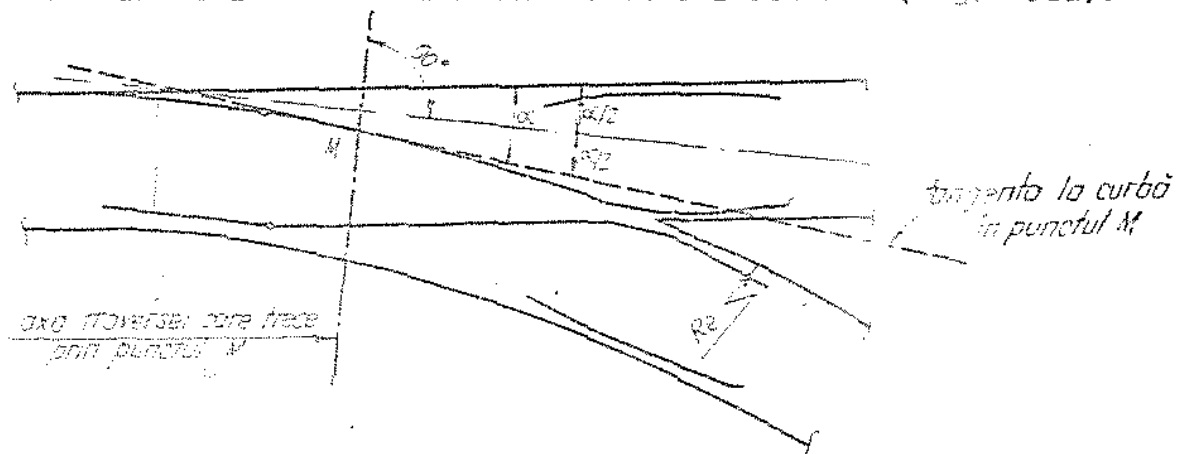


Fig.XI.81. Dispunerea traverselor în cazul când una dintre fețele laterale active ale vârfului inimii este în curbă

Distanța între axele traverselor se alege în așa fel încît poza traverselor în lungul direcției principale din suprinsul schimbătorului să respecte pe cît posibil, poza prevăzută pentru direcția respectivă în linie curentă, cu excepția punctelor obligate (joanta acelor, vârful inimii).

După sfîrșitul schimbătorului, revenirea la situația normală a traverselor în raport cu firele de șină ale fiecăreia dintre linii se realizează prin dispunerea traverselor cu lungime normală perpendicular pe axele celor două linii.

XI.2.7. Elementele prin care se caracterizează un schimbător de cale. Reprezentarea schematică a schimbătoarelor. Date privind dimensiunile geometrice principale ale schimbătoarelor simple

Schimbătoarele de cale sînt caracterizate prin :

- tipul șinei (exemplu: tip 49) ;
- raza curbei liniei abătute (exemplu: 300 m) ;
- tangenta unghiului de deviere (exemplu: 1:9) ;
- deviația (exemplu: stînga) ;
- caracteristici constructive (exemplu: ace cu articulație).

Notarea schimbătoarelor de cale se face indicîndu-se elementele de mai sus precedate de litera S, astfel :

S49 - 300 - 1 : 9 St Aa

Analizînd elementele prin care se caracterizează un schimbător de cale simplu, sînt de observat următoarele :

- După tipul șinei, în prezent, pentru șinele de tip greu, există schimbătoare simple tip 40 și tip 49; sînt în curs de proiectare schimbătoare de cale tip 60. Acele la aceste schimbătoare sînt realizate pe principiul tangenței.

- După mărimea razei, pentru schimbătoarele standardizate s-au adoptat razele de 190, 300, 500 și 1200 m; în perspectivă se prevede introducerea și a unei raze intermediare de 760 m între raza de 500 și cea de 1200 m. Schimbătoarele standardizate cu raza curbei liniei abătută de 190 m au o supralărgire de 6 mm; în cazul celorlalte raze mai mari nu se introduc supralărgiri.

- Pentru tangenta unghiului de deviere, la schimbătoarele standardizate, se folosesc următoarele valori: 1:6,6; 1:7,5; 1:9; 1:12; 1:14; și 1:18,5. Dintre acestea, valoarea de 1:9 se consideră ca tangenta normală, deoarece, așa după cum se va vedea la prezentarea

traversărilor, pentru tangente sub această valoare nu mai este asigurată ghidarea osiilor montate la trecerea peste inimile duble cu vîrfuri fixe.

Din punct de vedere al deviației, schimbătoarele simple pot fi cu deviație la stînga (St) sau cu deviație la dreapta (Dr). Deviația unui schimbător este de stînga sau de dreapta după cum pentru un observator, situat la vîrfurile schimbătorului și care privește în lungul liniei directe, linia abătută se ramifică spre partea stîngă sau spre partea dreaptă a liniei directe.

Reprezentarea schematică a unui schimbător simplu pe planurile de situație este arătată în fig. XI.82. În fig. XI.83 este arătată corespondența dintre reprezentarea schematică a schimbătorului și reprezentarea acestuia prin fețele laterale active ale firelor de sînă.

În cazul reprezentării schematice sînt indicate pozițiile kilometrice (în raport cu kilometrajul liniei directe din stație) pentru joanta de la vîrfurile schimbătorului, pentru punctul geometric al schimbătorului și pentru poziția mărții de siguranță. Marca de siguranță indică limita pînă la care se pot apropia tampoanele vehiculelor de cale ferată la sfîrșitul schimbătorului pe oricare dintre liniile care se ramifică prin schimbător astfel încît să nu fie stîngenită circulația pe cealaltă linie. Prin poziția centrului cercului desenat lateral se indică axa barei de tracțiune folosită la manevrarea acelor. Vîrfurile triunghiului înșegrit (sau hașurat) dinspre vîrfurile schimbătorului indică poziția punctului geometric al schimbătorului iar celelalte vîrfuri indică pozițiile punctelor S_d și S_a .

După cum schimbătorul este cu deviație la stînga sau la dreapta, pe cercul desenat în dreptul barei de tracțiune se înșegrește semicercul din stînga sau cel din dreapta. Lîngă cerc se tracează sub formă de fracție numărul de ordine al schimbătorului și tipul șinei.

Ținînd seama de fig. XI.83 și notînd cu I vîrfurile matematice

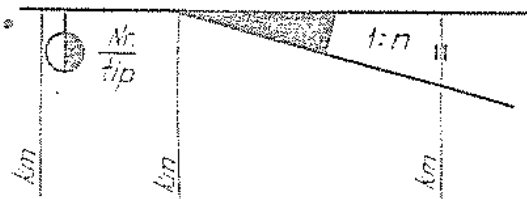


Fig. XI.82. Reprezentarea schematică a schimbătorului simplu

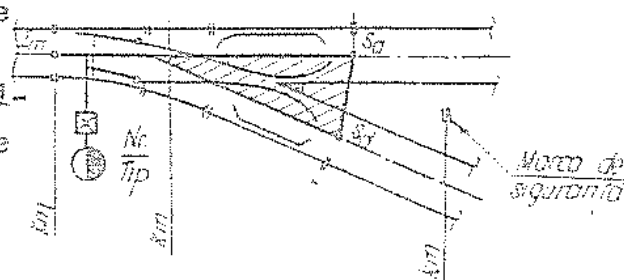


Fig. XI.83. Corespondența între reprezentarea schematică și reprezentarea în plan a schimbătorului

al inimii iar cu S_c sfîrșitul curbei pe linia abătută, în tabelul XI.1 sînt date - conform STAS 4023-65 - dimensiunile geometrice principale ale schimbătoarelor simple.

Tabelul XI.1

Schimbătorul	dimensiunile în mm					Observații
	$I_m O$	OS_d	OS_a	OI	OS_c	
190-1:7,5/1:6,6	14312	15727	15727	9040	14312	inima în curbă
190-1:9	12611	17428	17428	10741	12611	- // -
190-1:9	10523	16615	16615	12955	10523	inima în aliniament
300-1:9	16615	16615	16615	12727	16615	inima în curbă
500-1:12/1:9	27693	13901	27693	10188	27693	- // -
500-1:12	20797	20797	20797	17084	20797	- // -
500-1:14	17834	24537	24537	20116	17834	inima în aliniament
1200-1:18,5	32409	32409	32409	26277	32409	inima în curbă

XI.3. Traversări simple. Traversări cu joncțiuni. Bretele

În fig.XI.84 este reprezentată o traversare simplă oblică. Unghiul dintre axele liniilor care se încrucișează poate fi egal cu unghiul schimbătorului simplu, cu dublul acestuia sau poate avea o valoare mai mare. Așa cum rezultă din figură, în cazul traversării simple apar două inimii simple în vîrfurile ascuțite ale rombului traversării și două inimiduble în celelalte vîrfuri ale rombului traversării.

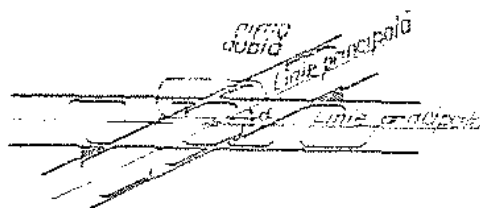


Fig. XI.84. Traversare simplă oblică

Cînd direcțiile care se încrucișează sînt perpendiculare între ele, atunci se realizează o traversare normală.

La inima dublă (fig.XI.85) se deosebesc: șina cotită, două vîrfuri și contrășina.

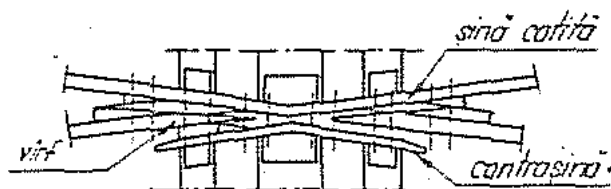


Fig. XI.85. Inima dublă

În fig. XI.86 se arată schemele traversărilor cu joncțiune simplă și dublă cu ace interioare. Acele sînt în acest caz în interiorul rombului traversării. Se constată că, la fel ca la traversarea simplă, există două inimi simple și două inimi duble. Pentru o rază

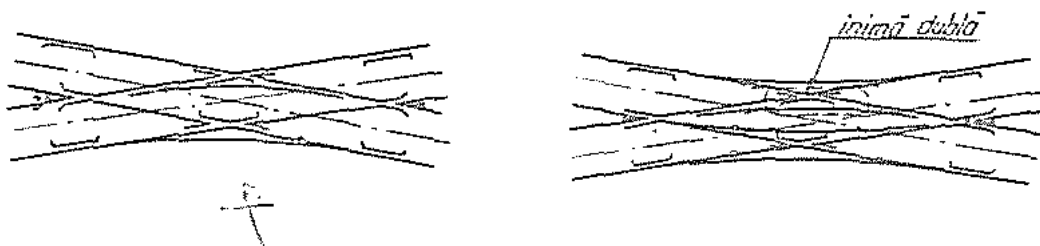


Fig. XI.86 Traversări cu joncțiune cu ace interioare

a liniei abătute și o valoare a unghiului traversării date, posibilitatea realizării acelor în interiorul rombului traversării rezultă din considerațiuni geometrice și de alcătuirea constructivă; astfel, spre exemplu, între șina cotită și firul exterior al liniei curbe trebuie să rămînă un spațiu suficient pentru a fi posibilă introducerea contrașinei sau, un alt exemplu, la vîrfurile acelor, între contra-acele respective trebuie să rămînă un spațiu suficient pentru a fi posibilă manevrarea acelor.

Dacă unghiul de abatere este mare și raza curbei este de asemenea mare, acele nu mai pot realizate în interiorul rombului. Se ajunge în felul acesta la traversările cu joncțiune simplă sau dublă cu ace exterioare rombului traversării. În fig. XI.87 se arată schema unei traversări cu joncțiune simplă cu ace exterioare iar în fig. XI.88 schema unei traversări cu joncțiune dublă cu ace exterioare.

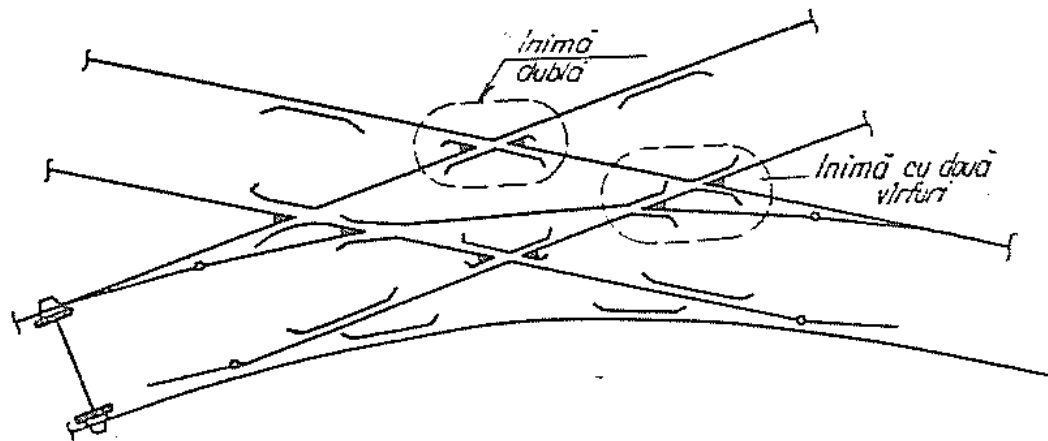


Fig.XI.87.Traversare cu joncțiune simplă cu ace exterioare

În cazul acestor traversări se mențin în continuare inimile duble de la traversările simple sau traversările cu joncțiune cu ace interioare, însă în locul inimii simple apar inimile cu două vîrfuri (fig.XI.87) și inimile cu trei vîrfuri (fig.XI.88).

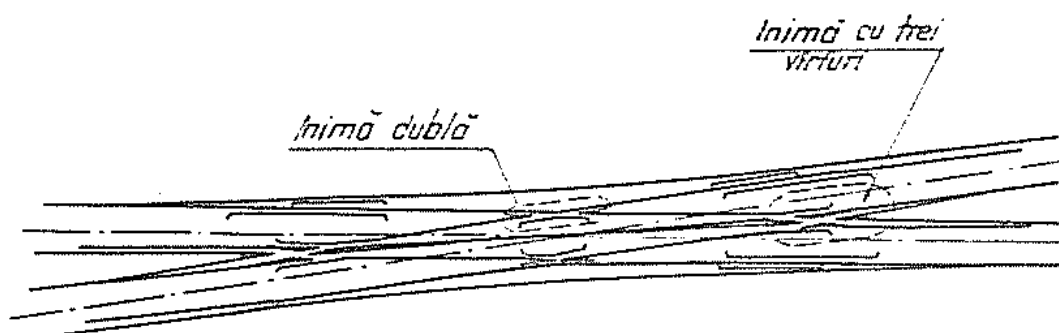
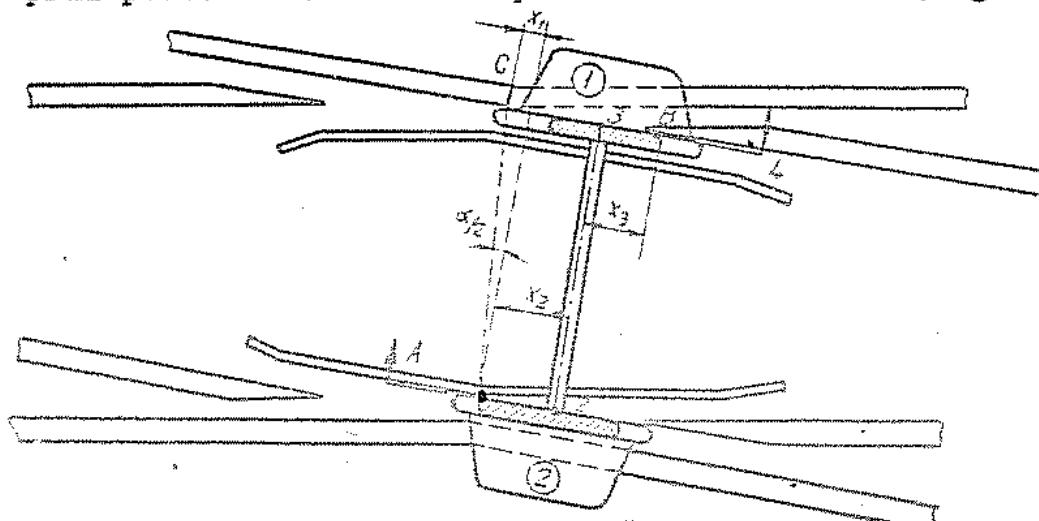


Fig.XI.88. Traversare cu joncțiune dublă cu ace exterioare

La inimile cu două vîrfuri și la inimile cu trei vîrfuri, ghidarea osiilor montate în cazul, fiecăruia dintre vîrfurile respective se asigură, ca și în cazul inimilor de încrucișare de la schimbătorul simplu, prin prevederea de contrașine. La inima dublă (fig.XI.89)



ghidarea osiei montate nu mai poate fi asigurată decât pentru valori mari ale unghiului traversării. Din fig.XI.89 și XI.90 se constată că ghidarea osiei montate este asigurată dacă depărtarea între punctul C (situat pe șina cotită) și punctul B (situat pe suprafața laterală a vârfului) satisface relația :

$$\overline{CB} \leq x_1 + x_2 + x_3$$

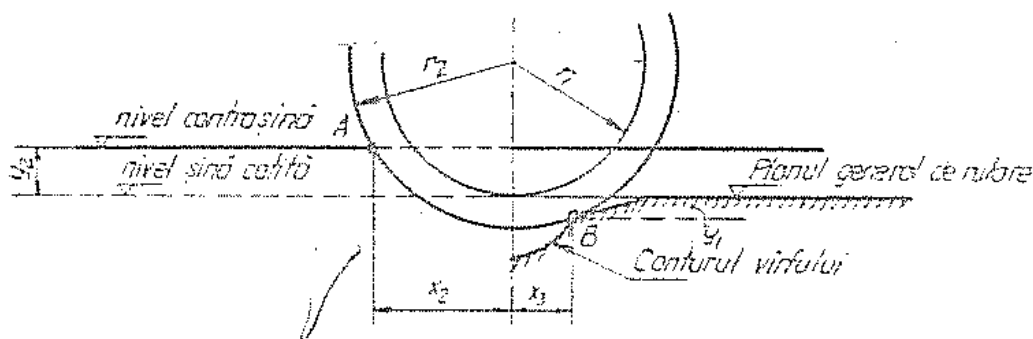


Fig.XI.90. Secțiune 1 - 2 - 3 - 4

Cantitățile x_1 , x_2 , x_3 pot fi ușor calculate în funcție de unghiul traversării, denivelarea y_2 din contrașină și șina cotită, denivelarea y_1 a vârfului în punctul B față de nivelul șinei cotate, razele roții r_1 și r_2 și distanța de 1393 mm. Pentru unghiuri mici ale traversării (fig.XI.89) bandajul roții 2 părăsește punctul A înainte ca fața activă a bandajului de la roata 1 să vină în contact în punctul B cu fața laterală a vârfului; într-o astfel de situație ghidarea osiei montate nu mai este asigurată. Intrucât distanța x_1 este cu atât mai mare cu cât denivelarea y_2 este mai mare la inimile duble, contrașina se supraînalță cu 45 mm în raport cu nivelul general de rulare; se reamintește că la inima simplă contrașina se supraînalță cu 20 mm.

În cazul traversărilor avînd tangenta inimii duble de 1:9 și mai mare, ghidarea osiei montate este practic asigurată. Pentru tangenta sub valoarea de 1:9, ghidarea osiei montate nu mai este asigurată. Pentru a fi eliminat acest inconvenient al inimilor duble, s-au realizat traversări cu joncțiune cu inimii duble cu vîrfuri mobile și în acest caz contrașinile nu mai sînt necesare (fig.XI.91).

În fig.XI.92 se arată schema unei bretele obișnuite. Bretelele servesc pentru legarea liniilor paralele situate la distanță redusă (pînă la 7 m), cînd cele patru schimbătoare și traversarea simplă trebuie să fie tratate ca un singur aparat de cele. Pentru distanțe peste 7 m, cele patru schimbătoare și traversarea simplă pot

fi tratate fiecare în parte ca un aparat de cale independent (fiecare dintre aceste aparate de cale pot fi montate separat fără nici-o modificare în ceea ce privește dimensiunile și alcătuirea lor constructivă).

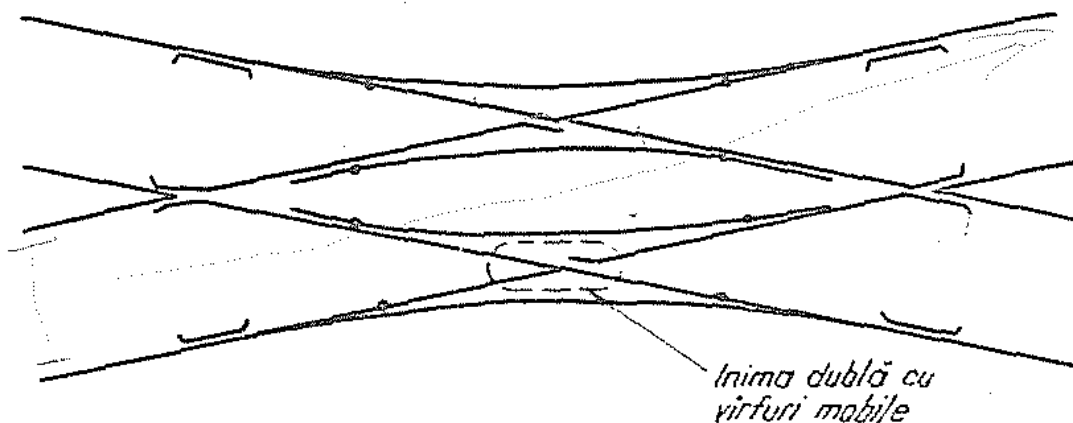


Fig.XI.91. Traversare dublă joncțiune cu inimi duble cu vîrfuri mobile

Sînt standardizate elementele geometrice pentru bretelele la care distanța între liniile paralele este 4,75 sau 5,00 m cu schimbătoare simple avînd tangenta egală cu 1:9 și raza de 190 m sau 300 m

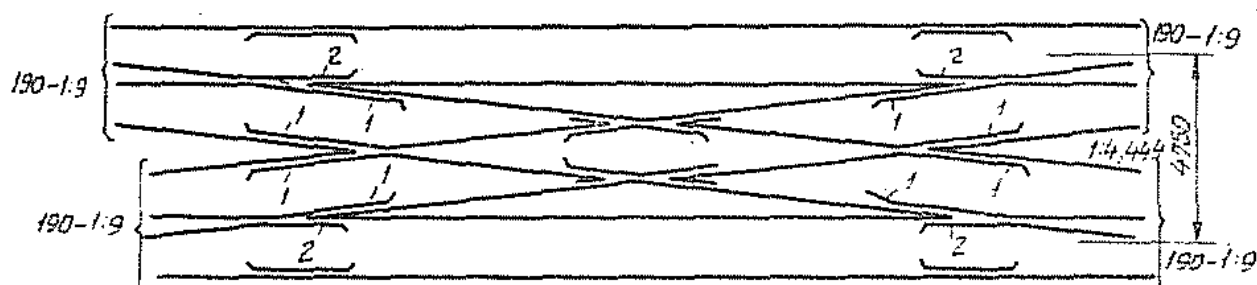


Fig.XI.92. Bretea simplă.
1-aripi cu lungime sporită
2-aripi cu lungime normală

Dacă se folosesc 4 schimbătoare (fig.XI.92) cu raza de 190 m (care au inima situată în aliniament), atunci tangentele inimilor simple și duble de la traversarea simplă vor fi egale între ele și egale cu $\text{tg}(2\alpha)$ (unde α este unghiul de deviere corespunzător tangentei de 1:9), respectiv $\text{tg}.2\alpha = 1/4,444$.

Dacă se folosesc patru schimbătoare (fig.XI.93) cu raza de 300 m (la care una dintre fețele laterale active ale inimii este în curbă), atunci la traversarea simplă tangentele inimilor duble nu mai sînt egale cu tangentele inimilor simple; tangenta inimii duble este egală tot cu 1:4,444 însă tangenta inimii simple variază în

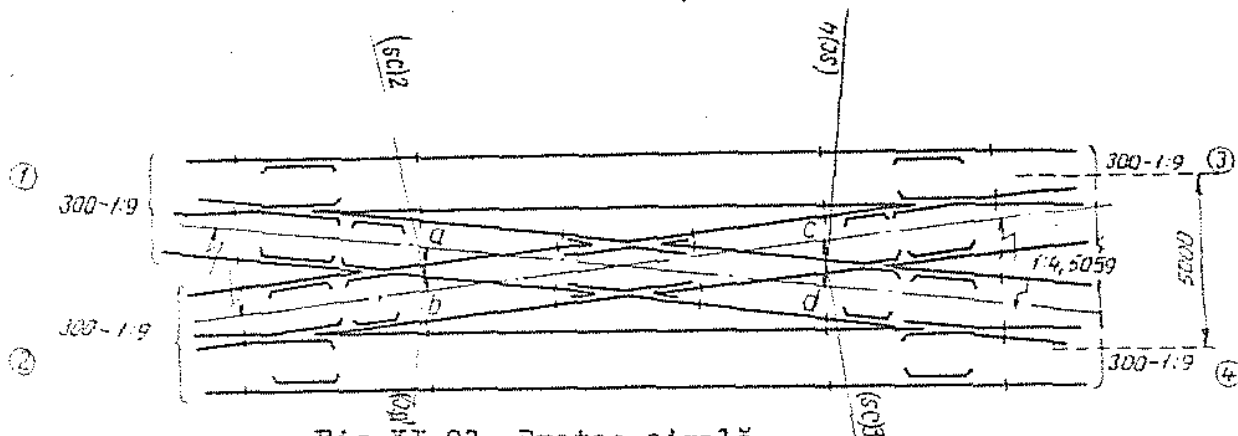


Fig.XI.93. Bretea simplă

funcție de distanța între axele liniilor paralele, fiind $1/4,678$ pentru distanța între linii de 4,75 m și de $1/4,5059$ în cazul distanței de 5,0 m între linii.

În cazul folosirii schimbătoarelor cu raza de 300 m, curba de pe linia în abateră a schimbătorului se suprapune peste rombul traversării; rombul traversării se transformă ca în fig.XI.94, ambele fețe laterale ale inimii simple fiind situate în curbă.

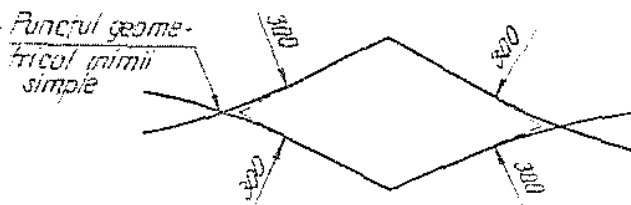


Fig.XI.94.Transformarea rombului traversării simple în cazul folosirii schimbătorului cu raza de 300 m.

Din fig.XI.92 se poate constata cum rolul de contragină pentru linia abătută a schimbătorului simplu este preluat de aripa de la inima simplă a traversării și respectiv cum rolul de contragină pentru inima simplă a traversării este preluat de aripa de la inima simplă a schimbătorului. Având în vedere acest lucru, precum și cele prezentate în legătură cu fig.XI.94, rezultă că cele patru schimbătoare și traversa simplă din alcătuirea unei bretele nu pot fi considerate ca aparate de cale independente.

Când cele patru schimbătoare din alcătuirea bretelei sînt cu raze diferite între ele sau cînd în locul schimbătoarelor simple se introduc traversări cu joncțiune se obțin bretelele combinate.

Reprezentarea pe planurile de situație a traversărilor și bretelelor este arătată în figurile XI.95; XI.96 și XI.97.



Fig.XI.95.Traversări cu ace interioare rombului traversării
a) traversări cu joncțiune simplă cu ace interioare
b) traversări cu joncțiune dublă cu ace interioare

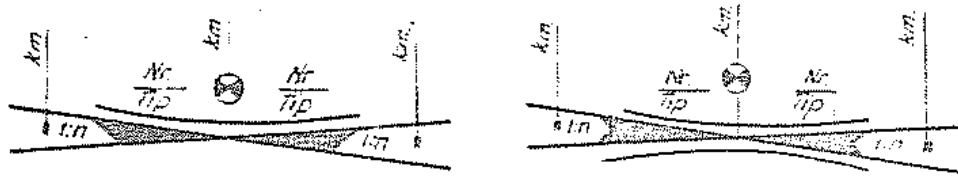


Fig. XI. 96. Traversări cu joncțiune cu ace exteriorul
rombului traversării

- a) traversări cu joncțiune simplă cu ace exterioare
b) traversări cu joncțiune dublă cu ace exterioare

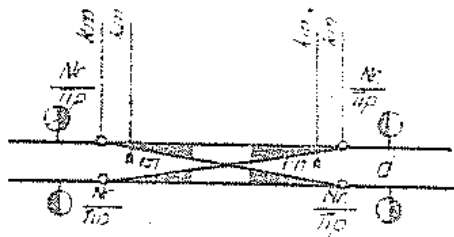


Fig. XI. 97
Reprezentarea
bretelei

XI.4. Utilizarea aparatelor de cale

Aparatele de cale se utilizează la rezolvarea ramificărilor și încrucișărilor de linii.

Aparatele de cale standardizate de tip 40 și 49 au fost proiectate pentru a permite circulația vehiculelor cu sarcina pe osie de 20,5 tf. Pe direcția situată în aliniament a schimbătoarelor simple se poate circula cu viteza de 100 km/h fără limitări (alcătuirea constructivă și mărimea unghiurilor de atac s-au ales astfel încât să corespundă acestei viteze). Pentru a fi permise viteze mai mari de 100 km/h pe linia situată în aliniament a schimbătoarelor simple se cer a fi îndeplinite anumite condiții suplimentare. Astfel, se cere ca acele să fie flexibile și să fie prevăzute cu fixatoare cu cleme, unghiurile de atac să fie sub 40° iar toleranțele la elementele geometrice să fie în limite mai stricte în comparație cu situația când viteza maximă nu depășește 100 km/h. Viteza pe liniile abătute este limitată în primul rând de elementele curbei, urmărindu-se: să nu fie depășită accelerația transversală necompensată limită (ținând seama că pe aceste curbe supraînălțarea este nulă); să nu fie depășită mărimea admisă pentru accelerația trans-

versală care apare brusc la intrarea în curbă (ținându-se seama de faptul că nu există curbe de racordare) și pierderea de energie cinetică la intrarea vehiculului în curbă (care este legată de mărimea unghiului de atac) să nu depășească limita admisă. Ca accelerație necompensată admisă se consideră valoarea de $0,60 \text{ m/s}^2$, ca limită pentru accelerația care apare brusc la intrarea în curbă se consideră valoarea de $0,65 \text{ m/s}^2$ iar în legătură cu pierderea de energie cinetică, se limitează pătratul produsului ($v \cdot \sin \beta$) la valori cuprinse între $0,04 \dots 0,063 \text{ m}^2/\text{s}^2$

Tipul de șină pe linie curentă și pe linie directă se stabilește în funcție de valoarea intensității de trafic. Pe celelalte linii din stații, tipul minim se consideră tipul 40. Tipul de șină care urmează a fi folosită în cadrul proiectelor de execuție se stabilește prin tema proiectului. În prezent la C.F.R. se fabrică aparatele de cale tip 40 și 49 și sînt în curs de proiectare aparate de cale pentru șine mai grele.

Pentru ca pe toate liniile să poată circula materialul rulant cu sarcina pe osie de $20,5 \text{ tf}$, la rezolvarea ramificărilor și încrucisărilor de linii trebuie să fie folosite aparate de cale de tip 40 sau mai mare.

Tipul șinei la aparatele de cale se alege același cu tipul șinei aflat pe linia care corespunde direcției principale din cuprinsul schimbătorului. Alegerea celorlalte elemente caracteristice ale aparatelor de cale precum și alegerea felului aparatelor de cale trebuie făcută în funcție de viteza de circulație astfel încît prin introducerea unui aparat de cale să nu fie provocate limitări de viteză pe parcursurile deservite de aparatul de cale respectiv. Astfel folosirea traversărilor și traversărilor cu joncțiune pe liniile directe din stații nu este indicată, deoarece - datorită circulației peste inimile duble cu vîrfuri fixe - trebuie introdusă limitarea de viteză. În legătură cu utilizarea aparatelor de cale, reglementările prevăd :

- pe liniile de primire-expediere a trenurilor în abatare tangentă schimbătoarelor să nu fie mai mare de $1:9$ iar raza să nu fie mai mică de 190 m ;
- pe liniile noi de primire-expediere, raza să fie de cel puțin 300 m ;
- pe restul liniilor din stație, tangenta schimbătoarelor să nu fie mai mare de $1:6,6$ și raza mai mică de 190 m ;
- în punctele de ramificație a două direcții în linie curentă tangenta schimbătoarelor să nu fie mai mare de $1:12$ iar raza curbei de pe linia deviată să nu fie mai mică de 500 m .

Datorită avantajelor pe care le prezintă aparatele de cale cu ace flexibile, vor fi utilizate aparate de cale cu ace cu articulație numai în cazuri bine justificate (nu există sau nu pot fi procurate aparate de cale cu ace flexibile).

Capitolul XII

STATII DE CALE FERATA

Linile, construcțiile și instalațiile prevăzute într-o stație corespund felului și volumului de activitate care urmează a se efectua în stația respectivă. Înțelegerea dispoziției generale a unei stații, alegerea rațională a fazelor de execuție, în special în cazul proiectelor de sistematizări de stații - când execuția diverselor lucrări trebuie să deranjeze în cât mai mică măsură activitatea de exploatare din stația respectivă - proiectarea celor mai raționale organizări de șantier pentru construirea de stații noi și sistematizarea de stații existente etc., presupun cunoașterea unor noțiuni în strînsă legătură cu activitatea care se desfășoară în stații pentru realizarea la timp și în condiții de siguranță a planului de transport.

O stație de cale ferată face parte din rețeaua de cale ferată în ceea ce privește realizarea transporturilor feroviare și totodată reprezintă punctul de legătură cu celelalte feluri de transporturi (auto, navale, aeriene etc) în cadrul sistemului național de transport.

XII.1. Amenajări dispuse în lungul liniei.

Felul punctelor se secționare

În lungul traseului unei linii, în anumite puncte, se prevăd amenajări constînd din linii, construcții și instalații care servesc pentru desfășurarea activităților legate de realizarea circulației trenurilor (treceri, încrucișări și depășiri de trenuri), de deservirea călătorilor, de manipularea mărfurilor, de prelucrare a trenurilor (compunerea și decompunerea garniturilor, atașări și detașări de vagoane, schimbarea locomotivei etc). Linile, construcțiile și instalațiile din aceste puncte depind de felul și volumul activităților prevăzute a se desfășura. Dacă aceste puncte servesc numai pentru realizarea circulației trenurilor sau servesc atât pentru realizarea circulației trenurilor cît și pentru desfășurarea altor activități de felul celor arătate anterior, atunci asemenea puncte sînt denumite puncte de secționare; distanțele dintre punctele de secționare sînt denumite distanțe de circulație sau sectoare. Distanțe de circulație constituie unul dintre elementele determinante pentru capacitatea de circulație.

Ca puncte de secționare sînt considerate: semnalele luminoase de trecere ale blocului de linie automat; posturile blocului de linie

semiautomat; posturile de reavizare din linie curentă; haltele de mișcare și stațiile.

Celelalte puncte cu amenajări întâlnite în lungul liniei și unde nu se desfășoară activități legate de realizarea circulației trenurilor sînt: posturile ajutătoare de mișcare din linie curentă; punctele de oprire din linie curentă și haltele comerciale. Acestea nu sînt puncte de secționare.

Posturile ajutătoare de mișcare. Se întîlnesc în punctele unde se remifică o linie industrială sau o linie de garaj CFR, în punctele unde linia curentă este traversată la nivel de o altă linie și pe liniile combinate în punctele de desecăleare a liniilor. În fig. XII. 1 sînt exemplificate astfel de situații. Posturile ajutătoare de mișcare sînt aprobate numai pe liniile de importanță redusă.

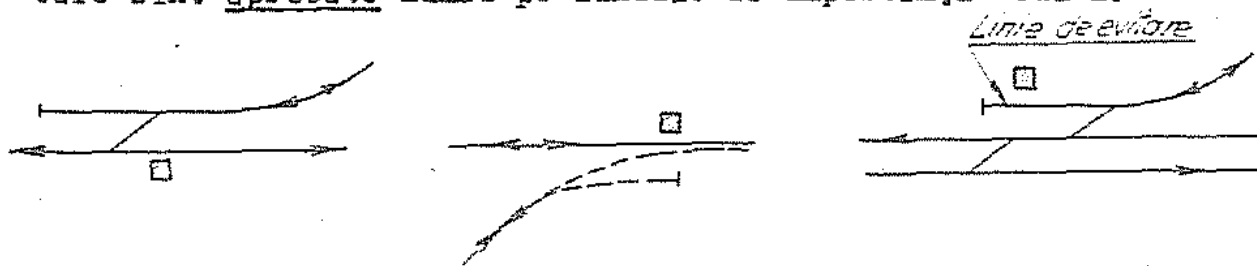


Fig. XII.1. Posturi ajutătoare de mișcare din linie curentă

Traversările liniilor de cale ferată în linie curentă de alte linii trebuie să fie executate denivelat; iar legarea liniilor industriale și de garaj CFR trebuie făcută în stații. Posturile ajutătoare de mișcare din linie curentă aparțin uneia dintre stațiile vecine, fiind înzestrate cu legăturile de telecomunicații necesare. Activitatea desfășurată în cadrul postului servește la eliberarea liniei curente după trecerea unui tren în altă direcție (în cazul traversărilor) sau după gararea convoiului de manevră (pe linia care se ramifică sau se descalecă în linie curentă).

Pentru prevenirea intrării accidentale în linie curentă a materialului rulant se prevăd linii de evitare. Dacă nu există pericol de fugire a materialului rulant și manevra pe liniile care se leagă este executată de personal CFR atunci în locul liniilor de evitare se pot prevedea saboți de deraiere. Lungimea liniilor de evitare este de 50 m iar poziția normală a macazului este corespunzătoare circulației spre linia de evitare.

Puncte de oprire în linie curentă. În aceste puncte opresc trenurile de persoane pentru a permite urcarea și coborîrea călăto-

rilor; asemenea puncte se întîlnesc și sub denumirea de halte de călători. Spre deosebire de haltele de mișcare, punctele de oprire din linie curentă nu sînt prevăzute cu linii de garare.

Halte comerciale. Pe liniile cu circulație redusă există puncte de încărcare - descărcare a mărfurilor unde nu se justifică înființarea unei stații cu personal propriu de mișcare; în astfel de puncte se prevăd halte comerciale. Haltele comerciale sînt prevăzute cu linii de încărcare-descărcare a mărfurilor. Lăsarea și ridicarea vagoanelor de pe liniile de încărcare-descărcare se realizează cu ajutorul trenurilor locale de marfă. Staționarea trenului local de marfă în halta comercială corespunde timpului necesar pentru efectuarea manevrelor.

În fig.XII.2 sînt arătate scheme de halte comerciale. Pentru evitarea intrării accidentale în linie curentă a vagoanelor de pe liniile de încărcare-descărcare se prevăd linii de evitare sau, în anumite condiții, saboți de deraiere; pentru încărcarea și descărcarea mărfurilor se prevăd cheiuri speciale.

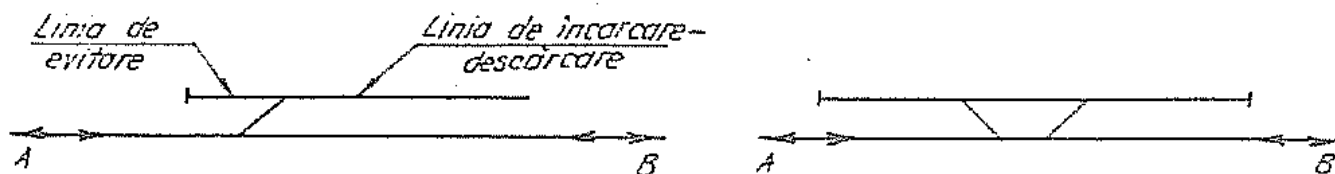


Fig.XII.2. Halte comerciale

Semnalele luminoase de trecere ale blocului de linie automat.

Acestea sînt puncte de secționare la liniile pe care circulația trenurilor se realizează prin sistemul blocului de linie automat. Datorită acestor semnale este permisă ocuparea liniei curente cu mai multe trenuri care circulă în același sens, sporindu-se astfel capacitatea de circulație a liniei. Pentru a se constata dacă distanța dintre două semnale este ocupată sau nu de un tren și respectiv pentru comandarea indicației luminoase de la semnale se utilizează circuitele de cale. Funcționarea acestora presupune existența unor joante izolante în dreptul semnalelor și a unor conexiuni suplimentare care să garanteze trecerea curentului de la o șină la alta de pe același fir la restul joantelor cuprinse între joantele izolante. Pe liniile electrificate, pentru a fi posibilă funcționarea circuitelor de cale și totodată întoarcerea curentului de tracțiune, în dreptul joantelor izolante, se folosesc bobinele de joantă; acestea permit trecerea curentului de tracțiune și opresc trecerea curentului

aparținând circuitului de cale. Pentru funcționarea circuitelor de cale se cere în plus ca rezistența care se opune la trecerea curentului de la un fir de șină la altul să nu scadă sub valoarea de 1,5/km.

Posturile blocului de linie semiautomat. Sînt puncte de secționare pe liniile înzestrate cu instalații de bloc de linie semiautomat. Semnalul din dreptul unui post al blocului de linie semiautomat este acționat cu transmisii prin sîrme. Manevrarea pe liber a semnalului se efectuează manual iar trecerea pe oprire a semnalelor după depășirea lor de către un tren se realizează automat. Trecerea automată pe oprire a semnalului se realizează cu ajutorul dispozitivului de șină izolată. Instalația de bloc de linie semiautomat nu permite punerea pe liber a semnalului din dreptul postului decît după eliberarea de către tren a sectorului de bloc acoperit de acest semnal; în cazul liniei simple după punerea pe liber a semnalului din dreptul postului este exclusă posibilitatea punerii pe liber a semnalului pentru celălalt sens de circulație.

Posturile de reavizare din linie curentă. Sînt puncte de secționare care se întîlnesc pe liniile neînzestrate cu bloc de linie automat sau semiautomat. În aceste posturi este organizat serviciul de mișcare, executîndu-se numai activități în legătură cu circulația trenurilor. Caracteristica acestor posturi este faptul că nu sînt prevăzute cu linii de garare; drept urmare în asemenea puncte nu se pot executa încrucișări și depășiri de trenuri. Prezența unui post de reavizare în linie curentă între două stații permite expedierea unui al doilea tren din una din stații după ce postul de reavizare confirmă trecerea trenului anterior expedit de aceeași stație și în același sens; în felul acesta postul de reavizare sporește capacitatea de tranzit a liniei.

Haltele de mișcare. Sînt puncte de secționare care, spre deosebire de posturile de reavizare din linie curentă, sînt prevăzute cu linii de garare. În haltele de mișcare se pot efectua încrucișări de trenuri; în unele halte de mișcare, în afara activității legate de circulația trenurilor, se efectuează și activități în volum redus de deservire a călătorilor. În fig. XII.3 sînt prezentate scheme ale dispozitivului de linii din haltele de mișcare situate pe linie simplă. Cînd halta de mișcare este cu două linii de abatere, primirea unui tren cu oprire, care urmează a fi depășit sau a se încrucișa cu un

alt tren, se face respectînd principiul circulației pe dreapta; spre exemplu (fig.XII.3 b), trenul cu oprire care circulă de la A spre B va fi primit pe linia III în timp ce pe linia I staționează un tren care circulă de la B spre A iar pe linia directă II trece fără oprire un al treilea tren. În felul acesta liniile din halte și-așa cum se va vedea - liniile din stații au diferite afectări. Haltele de mișcare de tip semilongitudinal sau longitudinal (la tipul longitudinal schimbătoarele din zona centrală sînt dispuse la distanța reciprocă minimă) au dezavantajul că necesită o platformă lungă.

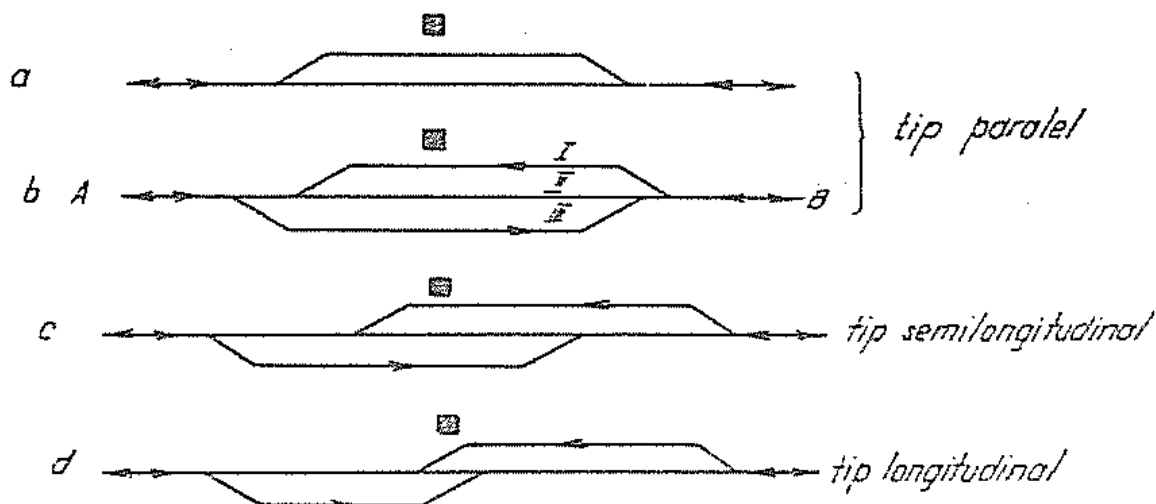


Fig.XII.3. Halte de mișcare situate pe linie simplă

Cînd lungimea liniilor în abatere este suficientă și instalația de organizare a circulației este corespunzătoare, asemenea scheme pot însă permite executarea încrucișărilor fără oprire ale trenurilor; în acest caz, în zona haltei de mișcare se circulă ca pe linie dublă.

Pe liniile duble, haltele de mișcare se caracterizează prin existența a cîte unei linii de garare pentru fiecare sens de circulație. În fig.XII.4 se arată schema dispozitivului de linii pentru o haltă de mișcare situată pe linie dublă de tip transversal. La capetele haltei de mișcare, liniile directe sînt legate cu diagonale simple în sens opus care permit organizarea circulației pe linie falsă și schimbarea în caz de nevoie a afectării normale a liniilor haltei de mișcare.

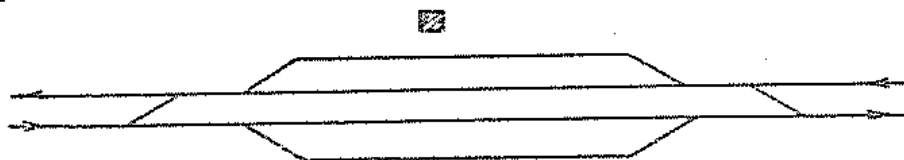


Fig.XII.4. Haltă de mișcare pe linie dublă

Stațiile. Sînt puncte de secționare în care pe lîngă activitățile legate direct de circulația trenurilor (trecerea trenurilor, încrucișarea trenurilor, depășiri de trenuri) se execută toate celelalte feluri de activități sau numai o parte dintre ele. Ca activități principale, în afara celei legate de circulația trenurilor, pot fi considerate următoarele: deservirea călătorilor; deservirea traficului local de mărfuri; prelucrarea trenurilor de marfă; deservirea secțiilor adiacente din punct de vedere al remorcării trenurilor.

După felul și volumul activităților principale executate, stațiile sînt de următoarele tipuri: stații intermediare; stații tehnice; stații de triaj; stații de mărfuri și stații de călători. Dintre acestea, stațiile de triaj, stațiile de mărfuri și stațiile de călători sînt cu un grad mare de specializare.

XII.2. Stații intermediare

XII.2.1. Probleme generale. Stațiile interadiare sînt puncte de secționare în care se desfășoară activități în legătură cu traficul local de mărfuri și deservirea călătorilor. Pentru efectuarea acestor activități, stațiile intermediare sînt prevăzute cu :

- linii pentru primirea și expedierea trenurilor de călători și trenurilor de marfă ;
- linii pentru staționarea vagoanelor în vederea introducerii lor pe liniile de încărcare-descărcare sau în vederea expedierii lor cu trenurile locale de marfă sau a convoaielor de manevră;
- linii publice de încărcare - descărcare;
- eventual, linii pentru bascule - pod și pentru gabarit, linie de tragere, linii de evitare etc.

Operațiile de manevră constînd în stașări și detașări de vagoane, introducerea și scoaterea vagoanelor de pe liniile de încărcare-descărcare etc., se efectuează cu ajutorul locomotivelor de la trenurile locale de marfă sau de către o locomotivă care deservește din acest punct de vedere mai multe stații intermediare. În afara dispozitivului de linii într-o stație intermediară trebuie să existe: clădire de călători, perona, magazia de mărfuri, cheiuri, platforme de încărcare-descărcare, drum de acces la clădirea de călători, drum de acces la magazia de mărfuri și la platformele de încărcare - descărcare, basculă pod etc.

Prin stațiile intermediare, trenurile sînt de regulă, în transit; respectiv în stațiile intermediare nu se formează trenuri. În

Trenurile locale de marfă (denumite și trenuri colectoare sau trenuri de manipulație) sînt trenurile de marfă care opresc în stațiile intermediare pentru atașări și detașări de vagoane; în aceste trenuri vagoanele sînt aranjate în funcție de ordinea geografică a stațiilor intermediare deservite.

Trenurile locale de marfă, care sînt trenuri cu prelucrarea parțială^{x)} în stație, se primesc pe linia I. Vagoanele detașate se introduc pe linia VI. Pentru depozitarea vagoanelor care așteaptă încărcarea sau descărcarea sau pentru staționarea trenului local de marfă înainte de expediere se poate folosi linia V. Celelalte trenuri de marfă fără prelucrare prin stație se primesc astfel: dacă se încruciează două trenuri de marfă cu oprire, trenul cu soț va fi primit pe linia II iar trenul fără soț pe linia III; dacă se încruciează două trenuri de marfă cu oprire în stație cu un al treilea tren care trece fără oprire, trenul cu soț va fi primit pe linia III, cel fără soț pe linia IV iar trenul fără oprire va trece pe linia II-a

Linia de tragere VII este prevăzută pentru efectuarea manevrelor.

Pentru ca vagoanele de pe liniile V și VI să nu poată ieși accidental pe linia I, în schema stației este prevăzută linia de evitare IX.

Analizînd schema stației din fig.XII.5 sînt de reținut următoarele observații :

a) Liniile din stație care servesc pentru trecerea trenurilor fără oprire, pentru primirea și expedierea trenurilor cu oprire în stație, denumite linii de primire-expediție, au acces spre linia curentă la ambele capete ale stațiilor; dacă, spre exemplu din schema stației ar lipsi diagonala "b" atunci primirea unui tren dinspre A pe linia I și expedierea unui tren de pe linia I înspre A nu ar fi posibilă decît cu executarea unor manevre care reduc substanțial capacitatea de lucru a stației. Dacă fiecare dintre liniile de primire expediție are cel puțin cîte o ieșire spre linia directă la fiecare capăt al stației atunci stația respectivă satisface principiul accesibilității.

b) În stațiile intermediare, de regulă nu se formează trenuri noi; toate trenurile sînt în tranzit. Trenurile locale de marfă care efectuează atașări și detașări de vagoane în stațiile intermediare

x) Trenul suferă anumite modificări în stație însă își continuă cursa; prelucrarea este totală cînd trenul se descompune în stație.

fac parte din categoria trenurilor în tranzit cu prelucrare parțială. Pe baza schemei stației, a înzestrărilor tehnice, a operațiilor prevăzute în procesele tehnice de executat cu fiecare fel de tren și pe baza proporției care există la un moment dat între diferite feluri de trenuri se poate determina capacitatea de tranzit a stației. Capacitatea de tranzit a stației reprezintă numărul maxim de trenuri ce pot tranzita în 24 de ore prin stație în ambele sensuri de circulație cu respectarea tuturor operațiilor prevăzute în procesele tehnologice. Această capacitate se exprimă în trenuri directe de marfă pe zi; celelalte feluri de trenuri sînt echivalate cu trenuri directe de marfă avînd în vedere timpul necesar pentru prelucrarea unui tren direct de marfă și timpul necesar pentru prelucrarea unui tren dat de altă categorie. După cum se poate constata capacitatea de tranzit se determină pe baza unor elemente concrete; dacă se modifică aceste elemente (apre exemplu: numărul liniilor, afectarea liniilor, normele tehnice din procesele tehnologice corespunzătoare fiecărui fel de tren proporția luată în considerare între diferite feluri de trenuri etc), capacitatea de tranzit a stației se recalculează. Capacitatea de tranzit a stației trebuie să satisfacă volumul de activitate corespunzător intensității de trafic care va fi peste 10 ani de la darea liniei în exploatare. Dacă liniile și lungimea lor, legăturile dintre linii, dimensiunile construcțiilor, felul instalațiilor etc dintr-o stație sînt proiectate astfel încît să fie satisfăcut volumul de activități conform intensității de trafic, atunci se consideră că stația respectivă satisface principiul capacității.

c) Dacă din schema stației prezentată ar lipsi linia de tragere VII atunci mișcările de manevră pentru deservirea traficului local de mărfuri ar urma să se execute folosind linia directă sau, uneori, chiar linia curentă (cînd convoiul de manevră depășește semnalul de intrare în stație); într-o astfel de situație mișcările de manevră în legătură cu prelucrarea trenurilor locale de marfă deranjează circulația celorlalte feluri de trenuri iar drept urmare se reduce capacitatea de tranzit a stației. Prezența liniei de tragere VII permite ca mișcările de manevră pe liniile V și VI cu folosirea liniei de tragere să se poată executa simultan cu celelalte activități privind circulația trenurilor pe liniile II, III și IV. Drept urmare existența acestei simultaneități conduce la obținerea unei capacități de tranzit mai ridicate a stației în comparație cu situația sînd o astfel de simultaneitate ar lipsi. Este de observat însă că realizarea

acestei simultaneități presupune cheltuieli de construcție suplimentare. Într-o stație, pot fi realizate și alte activități simultane.

Dintre diferitele variante posibile corespunzătoare aceluiași volum de activități, alegerea variantei optime se face pe baza comparației cheltuielilor de construcție și a celor de exploatare.

d) Între linia V și I există un spațiu de rezervă. În acest fel, în perspectivă, odată cu dezvoltarea traficului local de mărfuri este posibilă construirea încă a unei linii fără să fie necesară desființarea unor amenajări existente (spre exemplu: desființarea magaziei, a pieței de încărcare-descărcare etc) și respectiv refacerea lor. Rezultă că schema aleasă a unei stații trebuie să țină seama de posibilitățile dezvoltării stației în perspectivă.

e) Magazinul de mărfuri este amplasat în aceeași parte cu clădirea de călători. Această soluție poate fi favorabilă deservirii clienților (când localitatea se află în aceeași parte cu clădirea de călători și nu impune construcția pasajului la unul din capetele stației pentru asigurarea legăturii dintre localitate și magazinul de mărfuri; de asemenea o astfel de soluție permite sporirea numărului de linii pe partea opusă clădirii de călători. Această soluție însă nu este avantajoasă prin faptul că primirea trenurilor locale de marfă pe linia I deranjează circulația călătorilor la și de la trenurile de călători primite pe celelalte linii; totodată, scoaterea pe linia de tragere a trenurilor locale de marfă care, eventual, au fost primite pe una dintre liniile II, III, și IV deranjează circulația celorlalte feluri de trenuri (se reduce capacitatea de tranzit). Uneori când condițiile de relief sînt grele sau când unitățile deservite se găsesc de partea opusă clădirii de călători, amplasarea magazinului de mărfuri de aceeași parte cu clădirea de călători poate să conducă de asemenea la o soluție neeconomică. Rezultă că la alegerea variantelor pentru dispozitivul de linii din stație trebuie avute în vedere condițiile locale.

XII.2.2. Prezentarea unor scheme de stații intermediare

În fig. XII.5 a fost prezentată schema unei stații intermediare avînd amenajările pentru traficul local de mărfuri (magazin de mărfuri, piață de încărcare-descărcare, linie de încărcare-descărcare, linie de tragere etc) dispuse de aceeași parte cu clădirea de călători. În fig. XII.6 este arătată schema unei stații intermediare de tip transversal situată pe linie simplă avînd amenajările destinate

traficului local de mărfuri amplasate de partea opusă clădirii de călători.

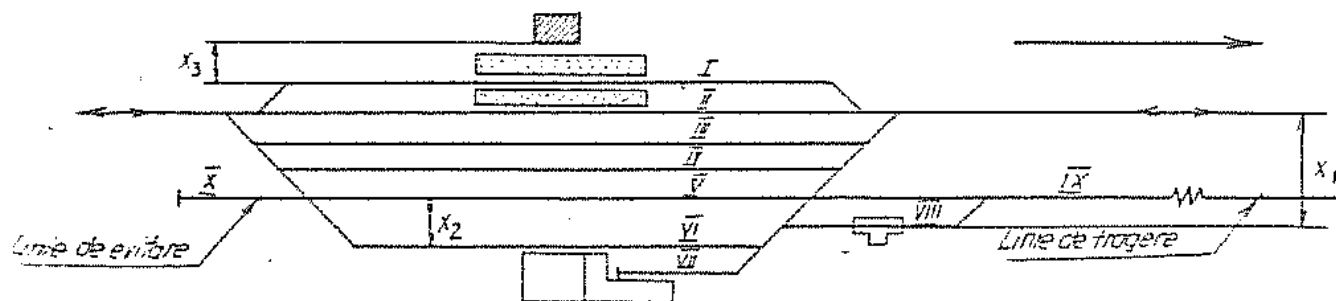
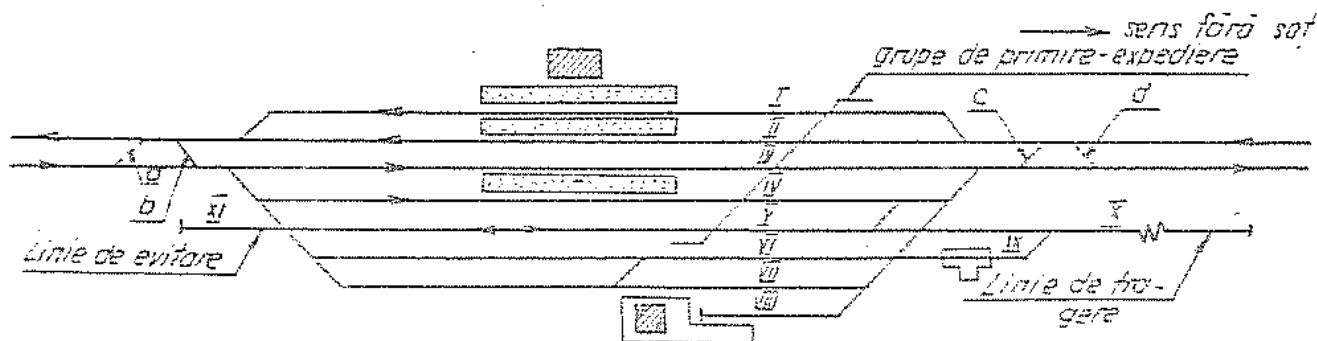


Fig.XII.6. Stație intermediară cu magazia de mărfuri de partea opusă clădirii de călători.

În această schemă se are în vedere posibilitatea dezvoltării ulterioare a stației cu ocazia dublării liniei, urmînd ca și după dublare activitatea de manevră în legătură cu deservirea traficului local de mărfuri să se poată executa simultan cu activitatea de circulație a trenurilor în tranzit fără prelucrare. Distanța x_1 permite amplasarea celei de a doua linii directe între linia directă existentă și linia de tragere și totodată permite păstrarea liniei pentru bascula-pod și după executarea dublării. Distanța x_2 permite sporirea numărului de linii din stație. Cînd se prevede ca linia directă dublă să fie executată în prelungirea liniei I, atunci distanța x_3 trebuie astfel aleasă încît să permită construirea liniei de abateri necesare pentru realizarea de depășiri de trenuri care circulă pe linia dublă nou construită.

În cazul dublării liniei, schema stației reprezentate în fig. XII.6 va putea să arate ca în fig.XII.7.



XII.7. Stație intermediară situată pe linie dublă

Pentru stațiile situate pe linie dublă, principiul accesibilității ar putea fi respectat numai prin prevederea diagonalelor b și c acestea sînt necesare pentru primirea (pe diagonala a) și expedierea

(pe diagonala b) trenurilor locale.

Parcursul reprezintă drumul efectuat de un tren de la un semnal pînă la semnalul următor. Parcursul de primire începe de la semnalul de intrare în stație și se termină la semnalul de ieșire din stație aferent liniei pe care se face primirea trenului. Parcursul de ieșire începe de la un semnal de ieșire și se termină după ultimul aparat de cale străbătut de tren la ieșirea din stație; cînd nu există semnal de ieșire, parcursul de ieșire începe la marca de siguranță a liniei respective. Parcursul de trecere, care servește pentru trecerea fără oprire prin stație a trenurilor, este alcătuit dintr-un parcurs de intrare și un parcurs de ieșire. Parcursurile de intrare, cele de ieșire și cele de trecere sînt denumite parcursuri de circulație. În afara parcursurilor de circulație există parcursurile de manevră.

La schema stației din fig.XII.7 se poate constata că parcursul de primire a unui tren local de marfă cu număr cu soț intersectează parcursurile de ieșire pentru trenurile fără soț și de asemenea parcursul de ieșire a unui tren local de marfă fără soț intersectează parcursurile de intrare pentru trenurile fără soț. Asemenea parcursururi sînt incompatibile și existența lor conduce la scăderea capacității de tranzit a stației.

Diagonalele b și c pot servi și pentru efectuarea circulației pe linie falsă (cînd una dintre liniile duble este închisă și trenurile care urman să circule pe această linie sînt îndrumate pe cealaltă linie atunci se consideră că aceste trenuri circulă pe linie falsă).

Cînd liniile curente pentru circulația în sensul fără soț de la ambele capete ale stației sînt închise, stația devine o stație situată pe linie simplă la care principiul accesibilității este respectat și deci se poate efectua circulația trenurilor respectînd afectarea normală a liniilor. Cînd liniile curente de circulație în sensul cu soț de la ambele capete ale stației sînt închise, atunci stația de pe linie dublă se transformă într-o stație situată pe linie simplă la care principiul accesibilității nu este respectat (acest raționament este făcut în ipoteza că diagonalele a și d, reprezentate punctat în fig.XII.7, nu sînt executate. Într-o astfel de situație capacitatea de tranzit a stației se reduce substanțial deoarece liniile I și II nu mai pot fi folosite; de asemenea nu se mai păstrează afectarea normală a liniilor. Pot exista și alte situații cu privire la liniile curente închise; exemplele date sînt suficiente

pentru a se putea justifica că în cazul unei stații situate pe linie dublă este necesar ca, pe lângă diagonalele *b* și *c*, să fie prevăzute și diagonalele *a* și *d*.

În fig.XII.8 se arată un exemplu de stație intermediară de tip transversal situată pe linie dublă, cu magazie de mărfuri situată de aceeași parte cu clădirea de călători. Față de schema precedentă (fig.XII.7) este de remarcă faptul că la linia de tragere VII au

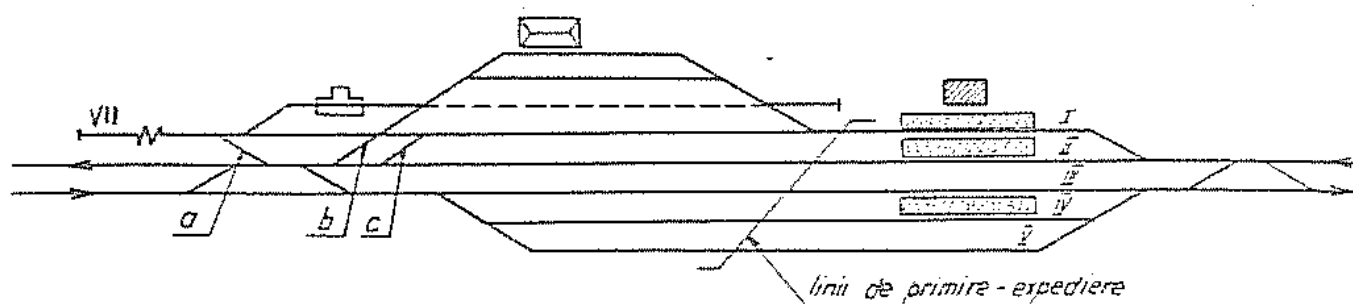


Fig.XII.8. Stație intermediară de tip transversal pe linie dublă cu magazie de mărfuri situată pe aceeași parte cu clădirea de călători

acces toate liniile de primire-expediere din stație. Acest lucru permite ca un tren local de marfă garat, pe una din liniile II, III și IV să poată fi scos pe linia de tragere. Ca și la schema anterioară este de remarcă existența celor două diagonale la fiecare dintre capetele stației și faptul că între liniile directe nu s-a prevăzut construirea peronului (nu se permite construirea peronelor între liniile directe). Diagonala *b* servește pentru expedierea unui tren local de marfă direct de pe una din liniile destinate traficului local de mărfuri. Diagonala *c* permite expedierea unui tren în sensul cu soț de pe linia din fața clădirii de călători simultan cu executarea de manevre (cu trenul local de marfă sau cu grupuri de vagoane) folosind linia de tragere. Așa cum se poate constata din analizarea schemei stației, principiul accesibilității este respectat chiar dacă diagonala *c* ar lipsi; necesitatea acestei diagonale urmează a fi dictată de calculele de capacitate (principiul capacității).

Ca și în cazul haltelor de mișcare, există scheme pentru stații intermediare de tip semilongitudinal și longitudinal. În fig. XII.9 se arată exemple de astfel de stații situate pe linie simplă. Avantajul acestor scheme, ca și în cazul haltelor de mișcare, constă în faptul că ar putea permite - fiind lungimea liniilor de abateri este suficientă și instalația pentru realizarea circulației este

corespunzătoare să se realizeze încrucișarea fără oprire a trenurilor prin stație.

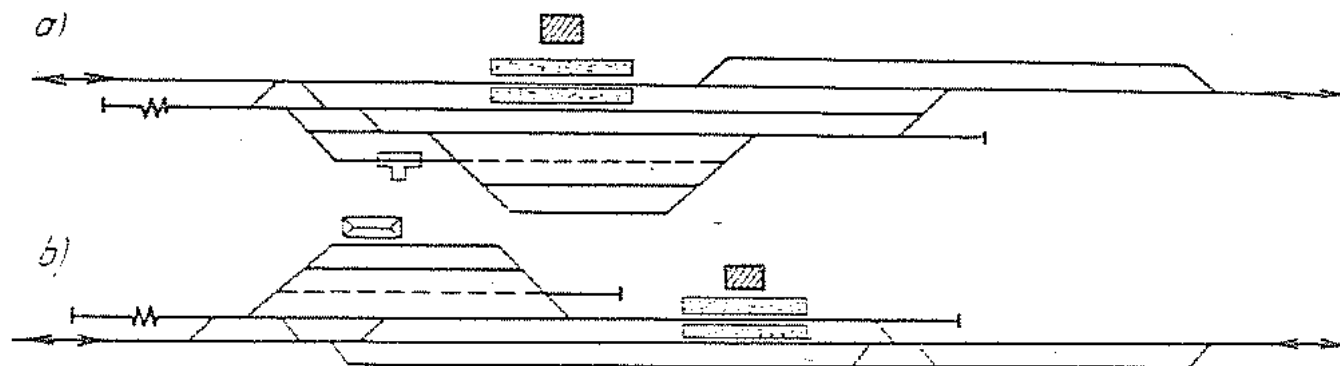


Fig.XII.9. Stații intermediare pe linie simplă de tip semilongitudinal (a) și longitudinal (b)

XII.3. Stații tehnice

XII.3.1. Probleme generale în legătură cu activitățile desfășurate în stațiile tehnice

În stațiile tehnice se efectuează aceleași activități ca și în stațiile intermediare însă într-un volum mai mare și în plus: prelucrarea totală a unor trenuri de marfă; formarea unor trenuri de marfă; prelucrarea parțială a unor trenuri în tranzit; compunerea și descompunerea de grupe în legătură cu circulația trenurilor grupate; deservirea stațiilor adiacente din punct de vedere al remorcării trenurilor; repararea și întreținerea vagoanelor de marfă și călători; depozitarea, curățirea și echiparea garniturilor trenurilor de călători etc.

Prin prelucrarea totală a unui tren se înțelege descompunerea sa; trenul cu prelucrarea totală într-o stație își termină cursa în acea stație.

Stațiile tehnice pot fi încadrate ca și stațiile intermediare, în categoria stațiilor mixte de cale ferată; în stațiile mixte se efectuează activități atât în legătură cu traficul de călători cât și activități în legătură cu traficul de mărfuri.

Spre deosebire de situația din stațiile intermediare, în stațiile tehnice, datorită volumului mare de manevră, se află în permanență una sau mai multe locomotive pentru manevră și există întotdeauna cel puțin o linie de tragere având uneori un profil în lung special care să favorizeze activitatea de manevră.

În funcție de volumul diverselor feluri de activități și de specificul acestora, în stațiile tehnice se prevăd liniile, construc-

țiile și instalațiile necesare. Liniiile din stațiile tehnice sînt specializate pe feluri de activități, pentru activitățile principale existînd grupe de linii. Astfel: se deosebesc grupă de linii pentru primirea și expedierea trenurilor de călători; linie pentru gararea vagoanelor detașate de la trenurile de călători în tranzit sau grupă de linii pentru depozitarea, curățirea și echiparea garniturilor trenurilor de călători; grupa de linii pentru primirea și expedierea trenurilor de marfă; grupă de linii pentru triere (pentru descompunerea și formarea trenurilor); linii de tragere; linii publice de încărcare-descărcare; linie pentru circulația locomotivei între cele două capete ale stației (pentru locomotivele care se detașează de la trenuri, pentru locomotivele care se atachează la trenuri și pentru locomotivele de manevră); linii pentru echiparea locomotivelor sau, în locul acestora, stație de echipare a locomotivelor ori depou de locomotive; linii pentru repararea vagoanelor cu detașare din tren sau, în locul acestora, ateliere de zonă. De asemenea pot exista și alte linii; linii pentru așteptarea locomotivelor în vederea atașării lor la trenuri; linii de tragere la magazie. linii de evitare etc.

Liniiile, construcțiile și instalațiile din stațiile tehnice sînt dimensionate în funcție de datele de trafic pentru cel de al 10-lea an de exploatare, respectîndu-se, ca și la stațiile intermediare, principiul capacității și principiul accesibilității.

Pentru a se putea face față volumului mare de lucru prevăzut a se efectua în stațiile tehnice, reglementările actuale prevăd ca operațiile de manevră la grupa de triere să se execute simultan cu primirea și expedierea trenurilor; de asemenea se prevede ca stît activitatea de manevră cît și primirea și expedierea de pe unele linii din grupa de primire expediere să se execute simultan cu aducerea locomotivelor pentru a fi legate la garnituri și respectiv la acostarea locomotivelor de la trenurile sosite; totodată trebuie să fie realizate primiri și expediții simultane de trenuri.

Sporirea numărului de simultaneități în stație conduce la creșterea capacității de tranzit a acesteia. Realizarea acestor simultaneități presupune însă cheltuieli suplimentare (pentru construcția de diagonale, lungirea zonei aferente aparatelor de cale, linii suplimentare de legătură, linii de evitare etc). Numărul simultaneităților pe care le permite schema stației va fi acela care asigură capacitatea de tranzit și de prelucrare a stației. Un număr sporit de simultaneități trebuie justificat prin calcule de eficiență economică,

ținând seama de costul realizării simultaneităților și de economia de vagoane - ore staționare pe care simultaneitățile suplimentare o generează.

XII.3.2. Scheme de stații tehnice

Stațiile tehnice, după situația care o ocupă pe rețea, pot fi de trecere și de ramificația în puncte de pe rețea unde se întâlnesc mai multe direcții.

Pentru a putea înțelege activitățile care se desfășoară într-o stație tehnică este necesar să se prezinte mai întâi unele elemente privind felul trenurilor de marfă.

Felul trenurilor de marfă. Cu ocazia prezentării stațiilor intermediare s-a arătat că în aceste stații opresc trenurile locale de marfă pentru atașarea sau detașarea de vagoane sau grupe de vagoane; aceste trenuri se formează în stațiile tehnice sau în stațiile de triere (trlaje) și au vagoanele (sau grupele de vagoane) aranjate în ordinea geografică a stațiilor intermediare deservite de pe secția de circulație (secția de circulație este cuprinsă între stațiile vecine de formare a trenurilor directe de marfă) sau de pe o porțiune limitată aparținând unei secții de circulație. În afara trenurilor locale de marfă, există următoarele feluri mai importante de trenuri de marfă:

a) marsruta comercială este trenul format din vagoane încărcate de un expeditor într-o stație cu încărcări concentrate având destinația o stație cu unul sau mai mulți destinatari; un asemenea tren tranzitează prin stațiile tehnice de pe parcurs;

b) marsruta comercială cu răspîndire este trenul format din vagoane încărcate de un expeditor într-o stație de expediție având destinația două sau mai multe stații cu unul sau mai mulți destinatari; una dintre stațiile destinate este stația de răspîndire de unde grupele de vagoane sînt transportate la celelalte stații cu trenurile locale de marfă;

c) marsruta în trepte este trenul format din vagoane încărcate de către mai mulți expeditori într-o stație pentru același stație de destinație sau trenul format din vagoane încărcate de unul sau mai mulți expeditori în mai multe stații de expediție pentru mai multe stații de destinație; cînd sînt mai multe stații de destinație, transportul grupelor de vagoane de la stația de răspîndire la celelalte

Stații se realizează cu ajutorul trenurilor locale de marfă;

d) marșruta tehnică este trenul care se formează într-o stație tehnică sau de triaj din vagoanele acumulate într-o astfel de stație din diferite direcții care au aceeași destinație sau destinații apropiate;

e) trenul direct de marfă cu o grupă se compune într-o stație tehnică sau de triaj din vagoane destinate unei alte stații tehnice sau de triaj, când între stația tehnică de formare a garniturii și stația tehnică destinatară (de unde răspîndirea vagoanelor se face cu trenurile locale de marfă) se află cel puțin o stație tehnică sau de triaj prin care un astfel de tren tranzitează;

f) trenul direct de marfă grupat se compune într-o stație tehnică sau de triaj din două și, mai rar, din trei grupe de vagoane, fiecare dintre grupe fiind destinate pentru stații tehnice sau de triaj diferite;

g) trenul accelerat de marfă transportă mărfuri perisabile, vietăți sau alte mărfuri când pentru transportul acestora nu pot fi formate trenuri directe de marfă cu o grupă sau trenuri directe de marfă grupate; trenurile accelerate de marfă se formează în stațiile tehnice sau de triaj, tonajul lor este mai mic decît cel al trenurilor directe de marfă putînd să dezvolte din această cauză o viteză de circulație mai mare iar atașările și detașările de vagoane sau grupe de vagoane din asemenea trenuri se efectuează numai în anumite stații tehnice de pe parcurs;

h) trenul direct de secție este alcătuit din vagoanele care trebuie transportate dintr-o stație tehnică sau de triaj într-o stație tehnică sau de triaj vecină; aceste trenuri nu opresc în stațiile intermediare de pe secția de circulație respectivă.

În afara trenurilor de marfă, prin stațiile tehnice trec și trenuri de călători.

Scheme de stații tehnice. Într-o stație tehnică trebuie să fie create condiții pentru a se realiza:

a) Primirea și expedierea trenurilor de călători și de marfă, cu sau fără oprire, la cele prevăzute cu oprire schimbîndu-se sau nu locomotiva după cum este organizată remorcare trenurilor. În fig.XII.10, în acest scop, pentru trenurile de călători, sînt prevăzute liniile I și II, iar pentru trenurile de marfă în tranzit

fără prelucrare, este prevăzută grupa de linii $(PE)_T$

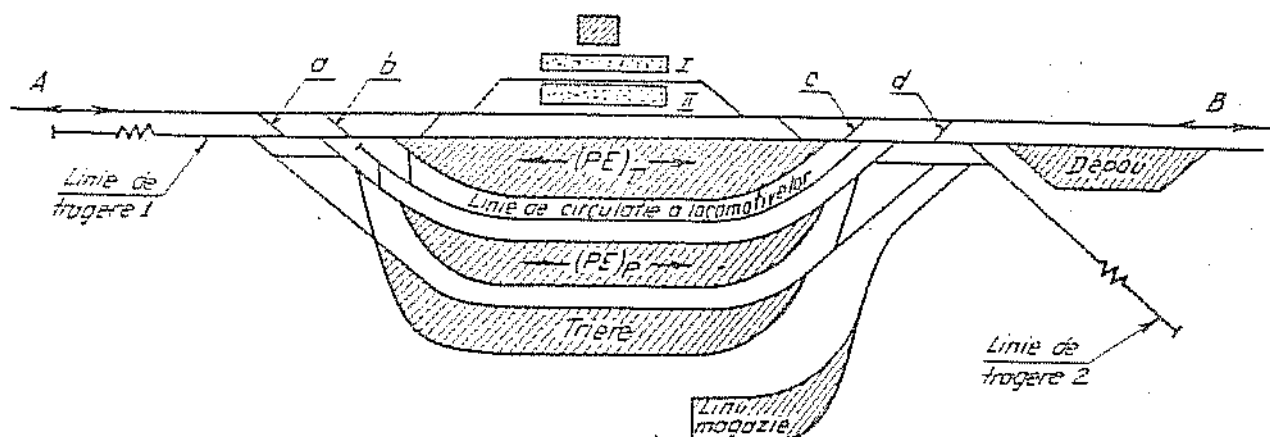


Fig.XII.10. Stație tehnică de trecere situată pe linie simplă

Primirea trenurilor de marfă care urmează a fi descompuse sau la care urmează a se atășa sau detașa grupe de vagoane și expedierea trenurilor formate în stație (trenurile locale de marfă, trenurile directe de marfă cu o grupă, trenurile directe de marfă grupate, marșrutele tehnice, trenurile accelerate de marfă, trenurile directe de secție). În fig.XII.10, în acest scop, s-a prevăzut grupa de linii $(PE)_P$. Linile din această grupă au acces la linia directă pe la ambele capete ale grupe și de asemenea au acces la ambele linii de tragere din stație. Capetele stației sînt astfel realizate încît activitatea de manevră, folosind liniile de tragere, să se poată executa simultan cu primirea și expedierea trenurilor în tranzit (dacă se desființează diagonalele b și c această simultaneitate nu mai este asigurată).

c) Descompunerea trenurilor sau grupelor de vagoane pentru formarea trenurilor sau a grupelor de vagoane care să intre la liniile publice de încărcare-descărcare sau în alcătuirea trenurilor. În acest scop este prevăzută în fig.XII.10 grupa de linii de triere cu legătură la linia de tragere 1; grupa de linii de triere are legături și spre liniile directe, la ambele capete, ceea ce permite realizarea expedierii unor trenuri direct din grupa de triere.

d) Formarea trenurilor de diferite feluri și prelucrarea trenurilor grupate (schimbarea grupelor de vagoane la trenurile grupate). În acest scop servește linia de tragere 2, grupa de linii de triere și grupa $(PE)_P$; linia de tragere 2 este legată cu aceste grupe (fig.XII.10).

e) Introducerea la liniile publice de încărcare-descărcare a vagoanelor adunate în grupa de triere și respectiv scoaterea vagoanelor încărcate de pe liniile publice; în acest scop linia de trageri 2 este legată de grupa de linii de încărcare-descărcare (fig.XII.10).

f) Satisfacerea traficului local de mărfuri; în fig.XII.10 este prevăzută grupa de linii de încărcare - descărcare.

Pentru circulația locomotivelor de manevră, a locomotivelor folosite pentru remorcarea trenurilor sau a celor care urmează a pleca în cursă a fost prevăzută o linie pentru circulația locomotivelor (fig. XII.10).

În stațiile tehnice, pentru echiparea și repararea locomotivelor există depou de locomotive. Legătura dintre liniile stației cu depoul trebuie astfel realizate încât să nu se reducă capacitatea de tranzit și capacitatea de prelucrare a stației. Din fig. XII.10 se poate constata că activitatea de manevră este separată de linia care duce spre depoul de locomotive și că, prin existența diagonalei c, activitatea privind primirea și expedierea trenurilor în tranzit de călători și de marfă este separată de ieșirea locomotivelor din depou pe linia de circulație a locomotivelor.

In fig.XII.11 se arată schema unei stații tehnice de trecere
situată pe linie dublă.

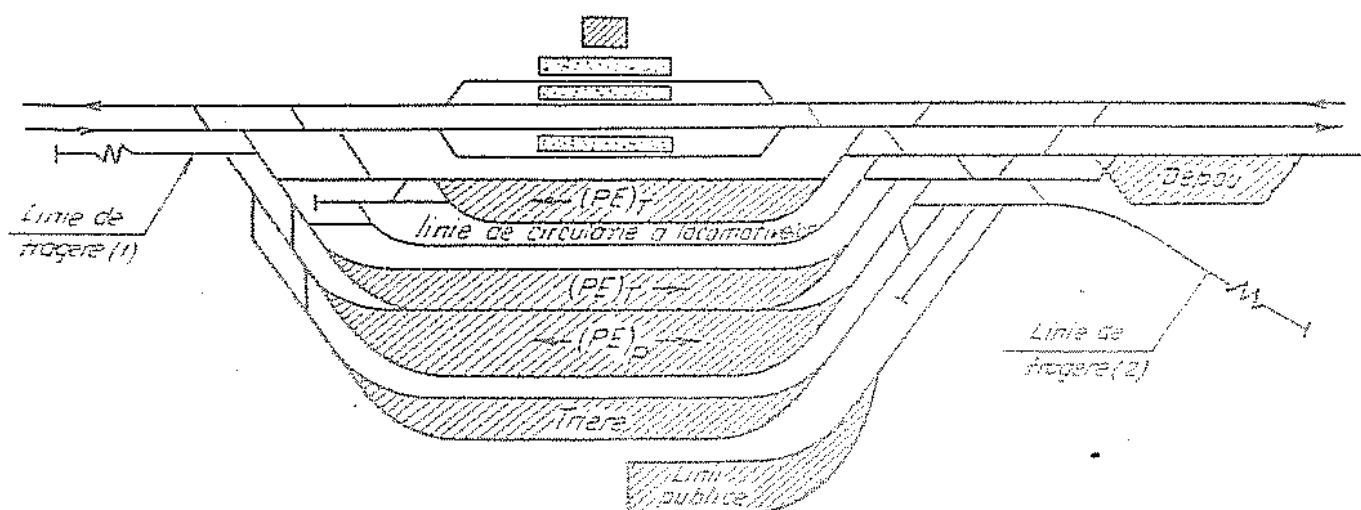


Fig. III. 11. Sursă tehnică de trecere a curenților
pe linie dublă

In cinema din fig. III.11 există oarecari grupuri de linii cu

și în cazul schemei din fig.XII.10 cu deosebirea că grupa de primire-expediere a trenurilor de marfă în tranzit fără prelucrare (PE)_T a fost împărțită în două subgrupe pe sensuri de circulație, iar legătura cu depoul de locomotive se realizează cu două linii.

În fig.XII.12 este arătată schema de principiu pentru o stație tehnică de ramificație.

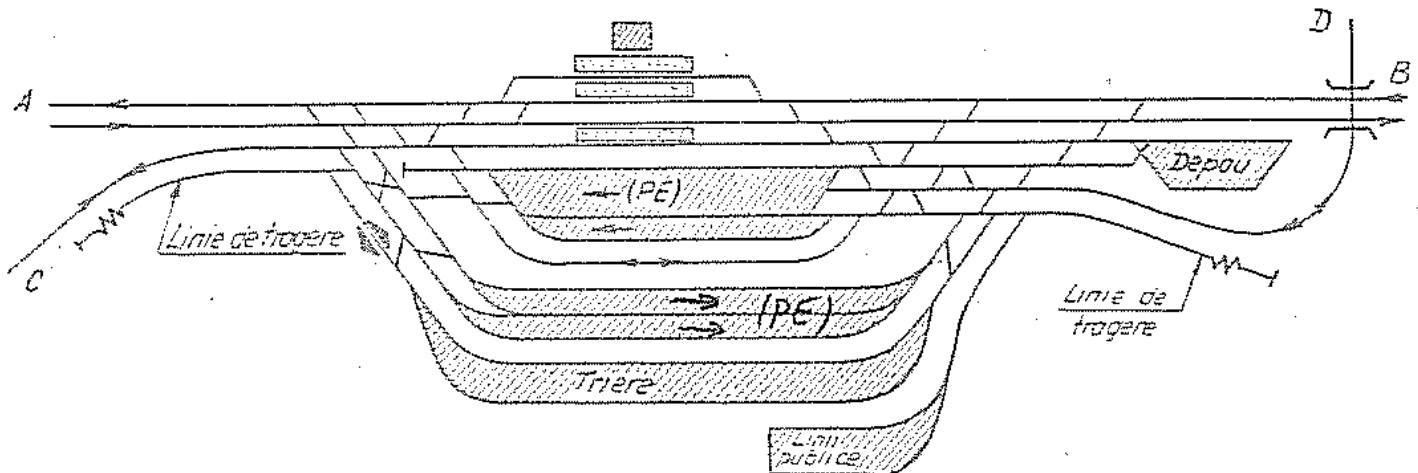


Fig. XII.12. Stație tehnică de ramificație

În scheme de stații tehnice arătate grupele de linii sînt reprezentate prin conturul lor. Modul de legare a liniilor la capătul unei grupe este la dispoziția proiectantului și se face astfel încît să se obțină o zonă cît mai restrînsă a aparatelor de cale; restul legăturilor de la capetele stației trebuie păstrate astfel încît să se poată desfășura normal procesele tehnologice de lucru și diferitele simultaneități avute în vedere la întocmirea schemei de principiu a stației.

XII.4. Stații de triaj

Rolul triajelor și scheme de triaje. În triaje se efectuează aceleași activități ca și în stațiile tehnice însă volumul vagoanelor prelucrate zilnic este mult mai mare; funcțiunea principală a triajelor constă în descompunerea și formarea trenurilor de diferite feluri. Triajele se construiesc în punctele de întretăiere a liniilor magistrale cînd o parte din curenții de vagoane se ramifică precum și în punctele unde se acumulează curenți mari de vagoane (în apropierea centrelor industriale mari, porturilor etc).

Avînd în vedere volumul mare de activitate dintr-o stație de

triaj, este necesară o specializare mai pronunțată a grupelor de linii în comparație cu stațiile tehnice iar pentru accelerarea procesului de descompunere a trenurilor stațiile de triaj sînt prevăzute cu instalații speciale denumite cocoase de triere. Astfel spre deosebire de situația din stațiile tehnice, unde pentru primirea și expedierea trenurilor era prevăzută o singură grupă, în triaje există grupă specializată pentru primirea trenurilor și grupă separată pentru expedierea trenurilor. La triaje, grupele de linii sînt astfel dispuse și au asemenea legături între ele, și cu celelalte linii, construcții și instalații (cocoase de triere, linii de tragere, depou) încît desfășurarea procesului tehnologic de prelucrare a diferitelor feluri de trenuri să se realizeze în timp cît mai scurt ; aceasta conduce la obținerea pentru triaje a unor platforme mult mai lungi decît în cazul stațiilor tehnice.

În fig.XII.13. este arătată schema unui triaj cu un singur sistem de instalații pentru triere și cu grupele de linii așezate în serie, asemenea triaje se numesc simple sau unilaterale și sînt caracterizate de faptul că prelucrarea vagoanelor pentru ambele sensuri de circulație se efectuează pe aceeași cocoasă de triere.

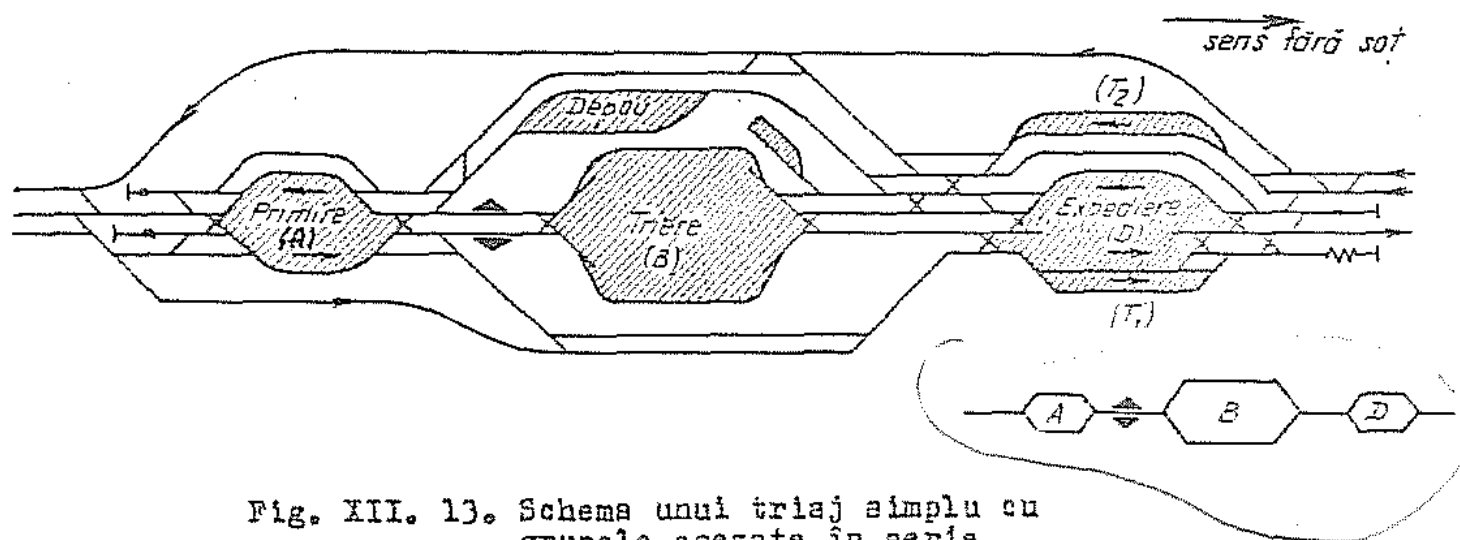


Fig. XII. 13. Schema unui triaj simplu cu grupele așezate în serie

Din ambele sensuri de circulație trenurile care urmează a fi descompuse se primesc în grupa de linii A, denumită grupa de primire. Trenurile în tranzit se primesc în grupele de tranzit T_1 și T_2 specializate pe sensuri de circulație. Din grupa de primire trenurile sînt împinse spre cocoasa de triere de către locomotiva de manevră. Pe porțiunea în rampă a cocoșei se face dezlegarea grupelor de vagoane. După depășirea vîrfului cocoșei, vagoanele sau

grupele de vagoane dezlegate coboară liber spre liniile grupei de triere (grupa B). În felul acesta un tren este decompus pe mai multe linii din grupa de triere. La capătul grupei B, care este opus cocoșei de triere, din vagoanele acumulate pe una sau mai multe linii din descompunerea mai multor trenuri se formează trenurile noi; în cazul reprezentat în figură, ca linie de tragere servește una dintre liniile grupei de expediere. Trenurile formate se introduc în grupa de expediere (grupa D) de unde, la ora fixată, urmează a fi expediate.

Pentru a fi permise cât mai multe activități simultane, grupa de linii de primire și grupa de linii de expediere sînt împărțite pe subgrupe de linii care sînt specializate pe sensuri de circulație; de asemenea există o specializare a liniilor în grupa de triere.

Dacă triajul are două instalații de triere (cocoșe) pentru prelucrarea vagoanelor pe sensuri de circulație atunci triajele sînt denumite bilaterale sau duble.

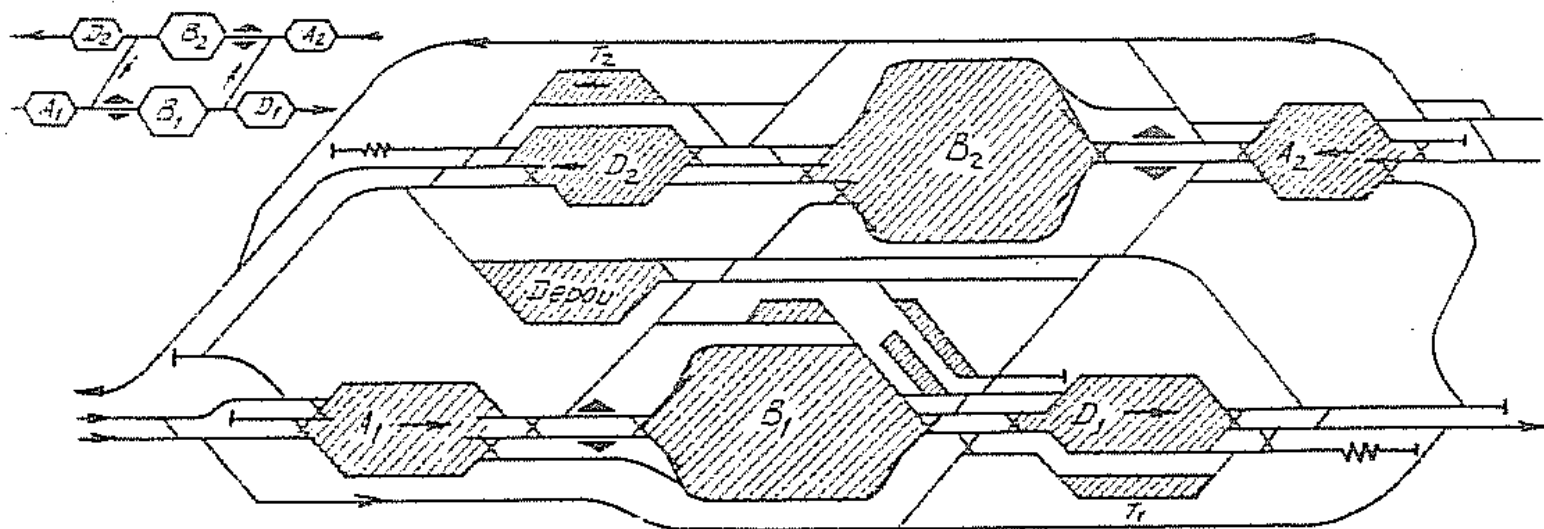


Fig.XII.14. Schema unui triaj dublu

În fig.XII.14 se arată schema unui triaj dublu avînd grupele de linii așezate în serie. Se remarcă o decalare a grupelor de linii pentru cele două sensuri de circulație (sensuri de triere). Această decalare este necesară pentru a se putea realiza convenabil legătura dintre grupele B₂ și A₁ și respectiv între grupele B₁ și A₂ impusă de prelucrarea vagoanelor din traficul de unghi (vagoanele care își schimbă sensul de mers în urma trecerii prin triaj).

Descompunerea trenurilor peste cocoșă de triere poartă numele de triere. În urma trierii, pentru a nu se ajunge la un număr prea mare de linii în grupa B, vagoanele se acumulează, pe liniile

afectate traficului local, într-o ordine care nu corespunde cu poziția stațiilor intermediare în care trebuie lăsate vagoanele respective, sau cu poziția convenabilă introducerii vagoanelor pe liniile de încărcare-descărcare etc. Pentru a aranja vagoanele (sau grupele de vagoane) în ordinea dorită apare necesar să fie făcută o nouă triere a vagoanelor adunate pe unele linii din grupa de triere (acele linii pe care se acumulează vagoane pentru trenurile locale de marfă, pentru traficul local al stației, pentru diverse linii de garaj unde vagoanele din convoaiele de manevră trebuie să respecte o anumită ordine etc); această nouă triere poartă denumirea de retriere. Dacă activitatea de retriere este importantă, atunci această activitate nu mai poate fi efectuată la capătul grupei B, opus cocoșei de triere și se construiește o nouă grupă de linii, denumită grupă de retriere (grupa C).

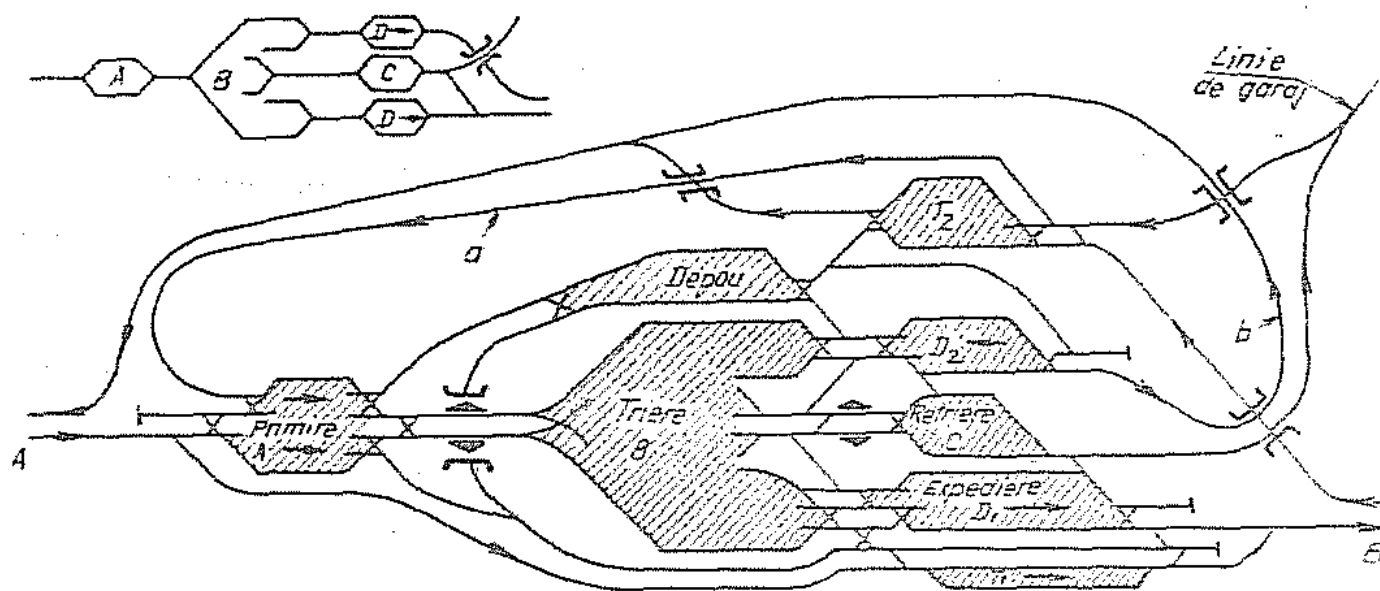


Fig.III.15. Triaaj unilateral cu grupă de retriere

În fig.III.15 se arată schema unui triaj unilateral prevăzut cu grupă de retriere; de asemenea în schema prezentată se arată modul în care se poate realiza legătura cu o linie de garaj deservită de stația de triaj. Semnificația stațiilor este aceeași ca și în figurile anterioare. Este de remarcat că între grupa B și grupa C există o a doua cocoșă, denumită cocoșă de retriere.

De asemenea se remarcă :

- pentru circulația locomotivelor s-a prevăzut o linie care trece pe sub cocoșă principală de triere;
- accesul trenurilor în grupa de primire (A) din ambelă

Sensuri de circulație precum și accesul trenurilor de pe linia de garaj (atunci cînd este necesară prelucrarea totală a trenurilor so- site de pe linia de garaj) se efectuează pe la un singur capăt al grupei de primire (linia a).

- expedierea trenurilor din grupa de expediere D_2 se efectu- ează pe linia b.

- în punctele de intersecție a parcursurilor de circulație se construiesc pasaje denivelate.

Cocoasa de triere. Intre grupa de primire și grupa de triere liniile de legătură au un profil special (fig.XII.16) care permite folosirea forței gravitaționale în procesul de triere. O astfel de amenajare a zonei de legătură dintre aceste grupe reprezintă cocoasa de triere.

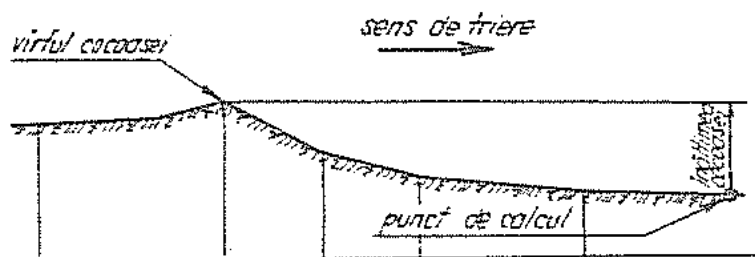


Fig. XII. 16. Cocoasa de triere

Profilul în lung în zona cocoasei de triere este alcătuit (avînd în vedere sensul de triere) din elemente de profil situate în rampă urmate de elemente de profil în pantă; punctul cel mai înalt reprezintă vîrful cocoasei. Elementele de profil în rampă sînt astfel stabilite încît să fie posibilă împingerea unei garnituri de calcul care din anumite cauze a fost oprită cu capătul ei în dreptul vîrfu- lui cocoasei. Elementele de profil în pantă, situate între vîrfu- l cocoasei și punctul de calcul din grupa de triere, sînt determinate - ținînd seama de situația în plan a capătului dinapre cocoasă a gru-pei de triere - astfel încît vagonul rîu alergător să ajungă, în condițiile cele mai defavorabile de circulație (vînt, temperatură etc), pînă în dreptul punctului de calcul; punctul de calcul se con- sideră în grupa de triere la 50 m distanță față de marca de siguran-ță a celui mai depărtat schimbător în raport cu vîrfu- l cocoasei care aparține capătului de intrare în grupa de triere. Diferența de nivel între vîrfu- l cocoasei și punctul de calcul constituie înălțimea co- coasei.

Intre un vagon rîu alergător și un vagon bun alergător trebuie

să se păstreze un interval astfel încît să fie posibilă manevrarea macazurilor care separă parcursurile celor două feluri de vagoane și totodată trebuie ca viteza de ciocnire dintre un vagon bun alergător și un vagon anterior sosit în grupa de triere pe același linie să nu fie periculoasă (sub 1,5 m/s). Pentru reglarea vitezei vagoanelor, în special a celor bune alergătoare, se execută frînarea vagoanelor pe anumite zone denumite poziții de frînare (fig.XII.17); frînarea se execută cu ajutorul frînelor de cale sau cu ajutorul saboților (frînare manuală).

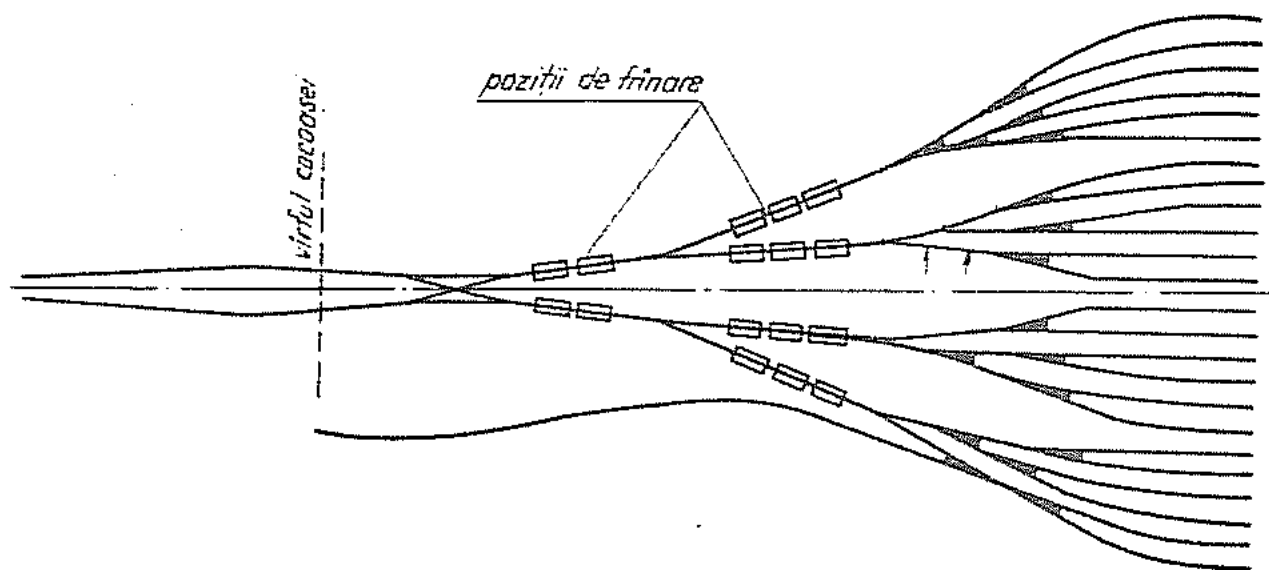


Fig.XII.17. Capătul dinspre cocoase al grupei de triere

Din cele arătate rezultă că, atît la determinarea înălțimii cocoasei de triere în cazul vagoanelor rele alergătoare (viteza trebuie să fie zero în punctul de calcul), cît și pentru celelalte verificări, trebuie să fie determinată viteza vagonului (sau a grupului de vagoane) într-un punct oarecare de pe parcurs. Viteza unui vagon într-un punct oarecare rezultă din egalitatea între variația energiei cinetice a vagonului respectiv între două poziții date - pe de o parte - și variația energiei potențiale din care se scade lucrul mecanic produs de forțele de rezistență (între aceleași poziții) - pe de altă parte. Astfel, notînd viteza de împingere a garniturii (viteza de desprindere a vagoanelor sau a grupului de vagoane pe vîrf cocoasei) cu v_0 , viteza într-un punct oarecare M cu v , greutatea vagonului cu G , rezistența specifică la mers în aliniament și palier cu r_0 , rezistența specifică de frînare care acționează numai pe lungimea de frînare l_f cu r_f , rezistența specifică a unei

curbe de pe parcurs (se ține seama și de curbale de pe aparatele de cale) care acționează pe lungimea l_c cu r_c , rezistența specifică datorată mediului înconjurător cu r_m , lucrul mecanic specific de rezistență la trecerea peste un schimbător cu W_s iar numărul schimbătoarelor de pe parcurs cu n_s , cu Δh diferența de nivel între vârful cocoșei și punctul M și, în fine, cu L , depărtarea dintre vârful cocoșei și punctul M, rezultă :

$$\frac{1}{2} \frac{G}{g} (v^2 - v_0^2) = G \cdot \Delta h - \frac{r_c \cdot G}{1000} \cdot L \pm r_m \cdot \frac{G}{1000} \cdot L - \frac{f_r \cdot G}{1000} \cdot l_f - \frac{r_c \cdot G}{1000} \cdot l_s - \frac{W_s \cdot G}{1000} \cdot n_s \quad (XII.1)$$

Dacă se ține seama de existența maselor în mișcare de rotație (a se vedea ecuația de mișcare a trenului), în ecuația de mai sus g se înlocuiește cu g' .

Cînd în relația (XII.1) se introduc elementele care caracterizează vagonul rău alergător, se ține seama că asupra unui asemenea vagon nu acționează frînele de cale și se consideră $v = 0$ în punctul de calcul, se obține înălțimea cocoșei de triere.

Pentru a avea aproximativ aceleași rezistențe pe toate parcursurile care duc pe liniile grupei de triere, capătul grupei de triere din vecinătatea cocoșei se construiește simetric iar liniile se leagă în fascicule de 6-10 linii. În fig. XII.17 se arată un exemplu de legare a liniilor grupei de triere la capătul dinapre cocoșe.

După înzestrarea lor tehnică, cocoșele de triere pot fi nemecanizate, mecanizate și automatizate. Cocoșă mecanizată este prevăzută cu următoarele instalații mai importante: instalație pentru comanda centralizată a macazurilor și frînelor de cale; instalație de semnalizare pentru reglarea vitezei de împingere a garniturii la triere; instalație pentru transmiterea rapidă a dispozițiilor de la postul de comandă la personalul executiv. Cînd lipsesc frînele de cale, cocoșă se consideră nemecanizată.

Chiar și în cazul cocoșei mecanizate munca operatorilor este grea, deoarece pe lîngă celelalte activități, ei trebuie să aprecieze viteza de coborîre a vagoanelor (sau grupului de vagoane) și în consecință să comande corespunzător frînele de cale. Cocoșele de triere automatizate sînt prevăzute cu dotările corespunzătoare care permit automatizarea proceselor de manevrare a macazurilor, automa-

tizarea procesului de frînare, automatizarea transmiterii indicațiilor către locomotiva împingătoare etc. Într-o astfel de situație, odată trierea începută, nu mai este necesară intervenția operatorului; parcursurile și celelalte date necesare desfășurării procesului de triere sînt transmise instalațiilor anterior începerii trierii iar prin citirile care se fac automat cu diverse instalații (de cîntărire, de măsurare a vitezei, de stabilire a gradului de ocupare a liniei de triere etc) intră automat în funcțiune frînele de cale atunci cînd este nevoie (spre a se asigura intervalul dintre vagoane și ajungerea vagonului în punctul dorit) și este reglată viteza de împingere a garniturii .

În cazul cocoșelor de triere automatizate, deoarece parametrii care caracterizează mișcarea fiecărui vagon (sau grup de vagoane) se stabilesc automat în funcție de caracteristicile lor de rulare de parcursul pe care trebuie să-l urmeze și de poziția punctului unde trebuie să ajungă vagonul (sau grupul de vagoane) pe linia de triere (se efectuează integrarea ecuației de mișcare a fiecărui vagon sau grup de vagoane) dispăre necesitatea presării vagoanelor pe liniile de triere (prin operația de presare a vagoanelor se urmărește eliminarea ferestrelor care, în cazul triajelor cu cocoșe neautomatizate, rămîn între vagoane pe liniile de triere). Prin faptul că operația de presare nu se mai execută, în cazul cocoșelor automatizate, crește capacitatea de prelucrare a cocoșei.

Pentru ca înălțimea cocoșei să fie redusă (cînd se obțin volume reduse de terasamente) este de dorit ca parcursul vagonului (sau grupului de vagoane) între vîrfurile cocoșei și marca de siguranță dinspre cocoșe a liniei de triere să fie cît mai scurt iar rezistențele care se opun rulării vagoanelor să fie aproximativ aceleași pentru toate parcursurile spre liniile de triere. Pentru a se obține o zonă a aparatelor de cale cît mai concentrată, la realizarea capetelor grupei de triere se întrebuintează aparate de cale cu tangentă mare (1 : 6,6).

XII.5. Stații de mărfuri

În stațiile intermediare, pentru traficul local de mărfuri sînt prevăzute linii de încărcare-descărcare, magazii de mărfuri, piață de încărcare-descărcare etc. Aducerea vagoanelor și ridicarea vagoanelor din stațiile intermediare se efectuează de regulă cu ajutorul trenurilor locale de marfă. Dacă pentru aducerea vagoanelor sau pentru expedierea vagoanelor dintr-o stație intermediară s-ar

aștepta pînă să se formeze trenuri complete, timpul de staționare a vagoanelor în stația respectivă ar fi foarte mare. În stațiile tehnice și în unele stații de triaj sînt de asemenea prevăzute amenajări pentru satisfacerea traficului local de mărfuri. Activitatea privind traficul local de mărfuri din stații tehnice și triaje, deși este mai dezvoltată decît în stațiile intermediare, nu constituie destinația lor de bază; așa cum s-a arătat anterior, stațiile tehnice și mai ales triajele se caracterizează prin o activitate în volum mare de compunere și descompunere a diferitelor categorii de trenuri de marfă.

Spre deosebire de stațiile intermediare unde traficul local de mărfuri este redus și spre deosebire de stațiile tehnice^{sau} de triaje unde activitatea privind traficul local de mărfuri nu reprezintă activitatea de bază, în localitățile unde se fac încărcări mari de mărfuri de masă (cărboni, minereuri, cherestes, petrol, cereale etc), în localitățile unde se fac descărcări de astfel de mărfuri, în centrele mari populate pentru deservirea populației și a întreprinderilor, se construiesc stații specializate, denumite stații de mărfuri.

Stațiile de mărfuri sînt puncte de secționare prevăzute cu amenajări care să permită primirea convoaielor de manevră sau a trenurilor special destinate spre a fi încărcate sau descărcate într-o astfel de stație, trierea convoaielor de vagoane sau a trenurilor sosite în vederea introducerii vagoanelor sau grupurilor de vagoane în punctele respective de încărcare-descărcare, scoaterea vagoanelor de la punctele de încărcare-descărcare, compunerea convoaielor de manevră sau a trenurilor și expedierea lor. De asemenea, în funcție de felul mărfurilor manipulate, în stațiile de mărfuri sînt prevăzute amenajările corespunzătoare pentru depozitarea mărfurilor, transbordarea mărfurilor în vagoane, cîntărirea vagoanelor, verificarea gabaritului etc. precum și dotările necesare pentru efectuarea operațiilor de încărcare-descărcare, curățirea vagoanelor etc.

Unele stații de mărfuri sînt specializate (stații pentru transportul cărbunilor, stații pentru transportul produselor petroliere, stații pentru cereale, stații pentru material lemnos, stații industriale etc), iar altele sînt de folosință generală. Unele stații de mărfuri, în funcție de poziția lor în cadrul complexului de cale ferată sau pe rețea, pot efectua și activități în legătură cu trenurile în tranzit (de călători și de marfă). În această situație sînt spre exemplu stațiile de mărfuri de folosință generală care au rezultat ca urmare a dezvoltării unor stații intermediare.

Prin natura activității care se desfășoară în ele, stațiile de transbordare situate în punctele de schimbare a ecartamentului și stațiile portuare intră tot în categoria stațiilor de mărfuri.

Pentru executarea activității arătate, în stațiile de mărfuri există: linii pentru primirea convoaielor de manevră sau a trenurilor linii pentru triere; linii pentru expediere; linii de încărcare, descărcare; linii de tragere; linii pentru bascula-pod etc. Trierea poate fi făcută cu ajutorul unei linii de tragere sau, când numărul de vagoane triate este mare, prin folosirea unei cocoase de triere de mică capacitate sau a unei semicocose^{x)} de triere. Liniile având aceeași afectare alcătuiesc grupe de linii.

Schema dispozitivului de linii dintr-o stație de mărfuri și celelalte construcții și instalații sînt subordonate unui anumit proces tehnologic de lucru; aceasta se întocmește ținîndu-se seama de volumul de lucru, de asigurarea legăturii cu rețeaua existentă și de conlucrarea cu stațiile de pe rețea, de condițiile locale (dezvoltarea localității, legătura cu celelalte căi de transport), de felul mărfurilor manipulate etc., avîndu-se totodată în vedere posibilitățile de dezvoltare ale stației.

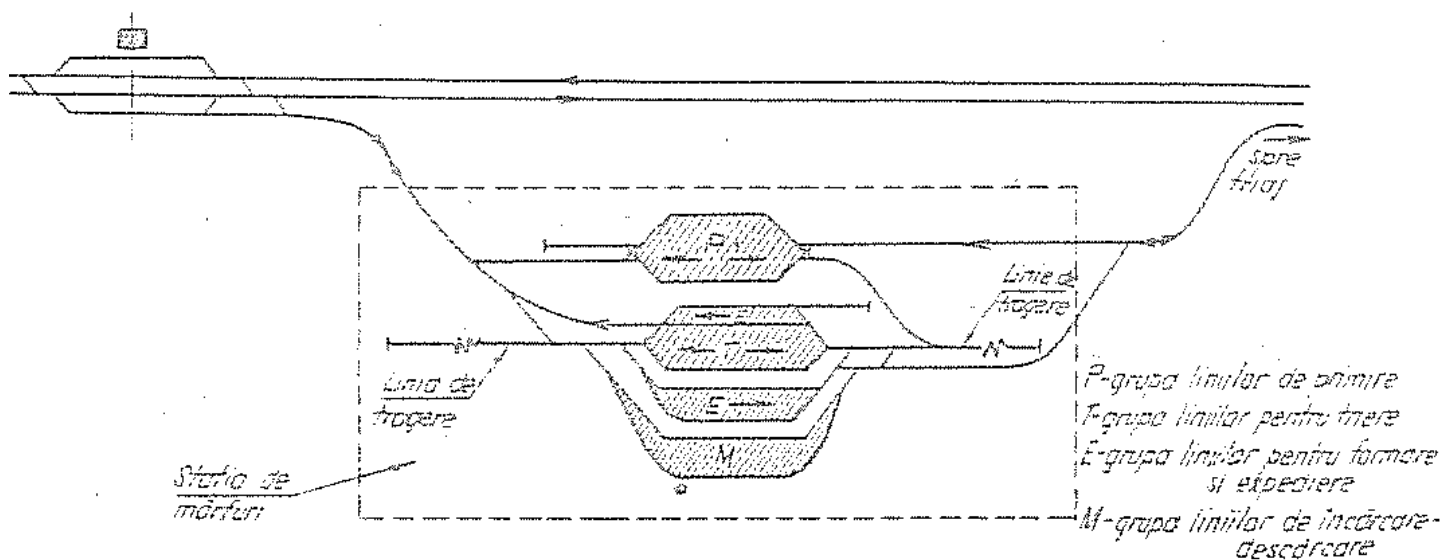


Fig. XII.18. Schema unei stații de mărfuri de trecere avînd grupele de linii așezate paralel

În fig. XII.18 se arată schema unei stații de mărfuri dintr-un complex de cale ferată avînd grupele de linii situate în paralel și avînd grupa de linii de încărcare-descărcare legată la ambele capete;

x) la semicocose lipsește porțiunea în rampă.

Idem asemenea, stația reprezentată este de folosință generală. Pentru efectuarea manevrelor sînt prevăzute linii de tragere. Ieșirea convoaielor de manevră sau a trenurilor și intrarea acestora în stațiile de mărfuri se poate face pe la ambele capete ale stației; din această cauză, stația de mărfuri reprezentată se consideră de trecere. În cazul cînd intrarea și ieșirea convoaielor sau a trenurilor se poate face numai pe la una dintre extremitățile stației, stația respectivă se consideră de tip terminus.

Pentru stațiile de mărfuri este caracteristic faptul că, spre deosebire de stațiile intermediare, de cele tehnice sau de triaj, au grupa de linii de încărcare-descărcare mult mai mare. În fig.XII.19 se arată un exemplu de grupă de încărcare-descărcare (liniile și celelalte amenajări) pentru cazul cînd aceste linii sînt înfundate.

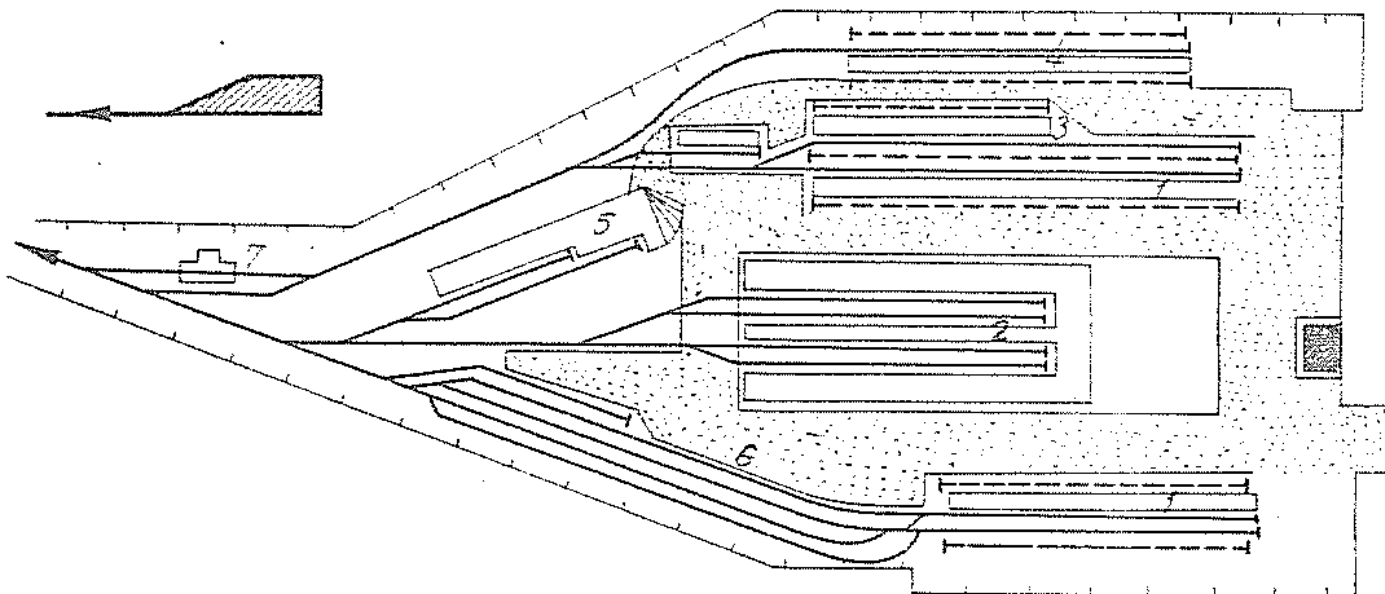


Fig.XII.19. Grupă de linii de încărcare-descărcare :
1.platformă pentru containere, 2.magazin de coletărie
3.platformă pentru obiecte grele,cherestes etc.
4.linie ridicată; 5.cheu pentru încărcarea mașinilor.
6.linie pentru încărcări și descărcări directe (din vagoane în mijloace auto și invers). 7.linie pentru bascula-pod

În funcție de modul de aranjare a grupelor de linii, de tipul stației de mărfuri (la trecere sau terminus), de felul în care se efectuează trierea (cu linie de tragere sau cu cocșă de triere), de felul liniilor din grupa de linii de încărcare-descărcare (legate la ambele capete sau înfundate) și de condițiile locale pot fi concepute diferite variante pentru o aceeași stație de mărfuri; soluția urmează a fi aleasă pe baza studiilor tehnico-economice.

În fig.XII.20 se arată schema de principiu a unei stații de

mărfuri de tip terminus avînd liniile din grupa de linii de încărcare - descărcare infundate.

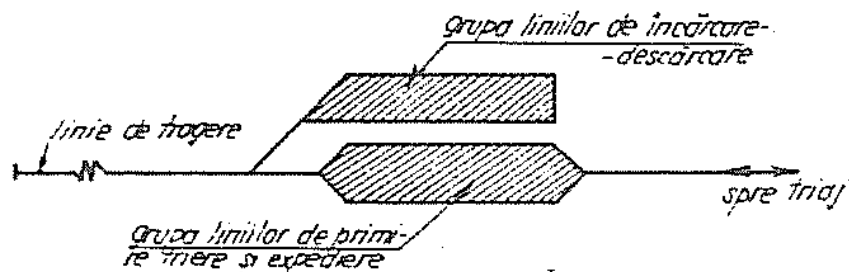


Fig.XII.20. Stație de mărfuri de tip terminus

XII.6. Stații de călători și stații tehnice de călători

Stațiile de călători sînt puncte de secționare destinate exclusiv sau în cea mai mare parte pentru deservirea traficului de călători. Asemenea stații se construiesc în orașele mari unde o parte sau toate trenurile de călători își încep și își termină parcursul. Dacă numărul trenurilor care își încep și își încheie parcursul este redus, prelucrarea acestor trenuri se efectuează în stația de călători care este prevăzută cu o grupă tehnică destinată acestui scop. Dacă numărul trenurilor care își încep și își termină parcursul este mare atunci se construiesc stații speciale pentru prelucrarea trenurilor de călători, denumite stații tehnice de călători; acestea trebuie să fie amplasate cît mai apropiate de stațiile de călători pe care le deservesc.

În stațiile de călători se desfășoară activități în legătură cu primirea și expedierea trenurilor de călători, atașarea și detașarea vagoanelor directe și speciale la trenurile de călători în tranzit, manevrarea vagoanelor de bagaje și poștă la și de la liniile respective de încărcare-descărcare, revizia tehnică a trenurilor de călători în tranzit, deservirea călătorilor și descărcarea bagajelor, mesageriilor și poștei etc și - dacă nu există stație tehnică de călători - prelucrarea trenurilor de călători care încep și își termină parcursul.

Stațiile de călători pot fi de tip terminus (fig.XII.21) sau de trecere (fig.XII.22); stațiile de călători mai pot fi diferențiate între ele în funcție de poziția stației tehnice de călători în raport cu liniile de intrare și cele de ieșire din stație și anume; cu stațiile tehnice de călători situate între liniile directe de acces în stație sau de o parte a acestor linii.

Stațiile de călători fac parte din complexul de cale ferată și respectiv din complexul de transport care deservesc localitatea dată;

în unele stații de călători pot exista și linii care deservesc traficul suburban de călători

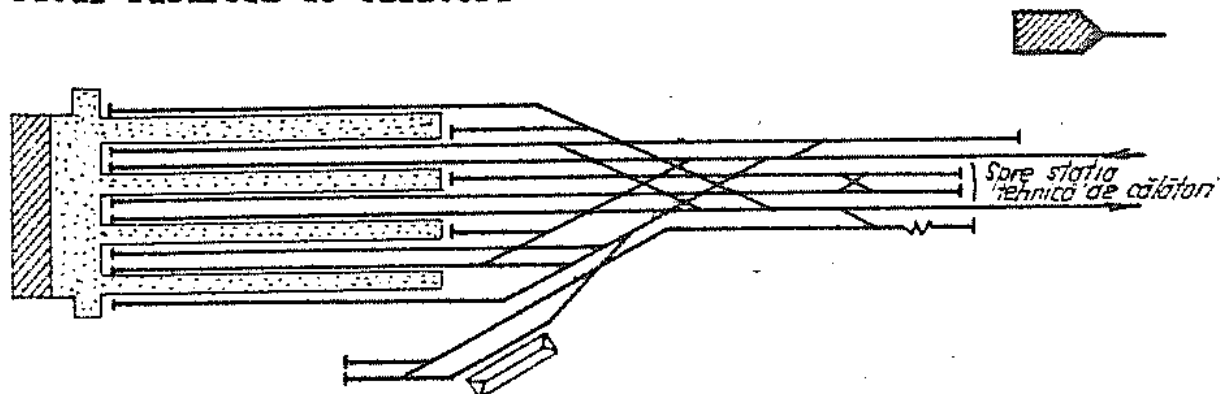


Fig.XII.21. Stație de călători de tip terminus

În fig.XII.21 se arată un exemplu de schemă pentru o stație de călători de tip terminus având stația tehnică de călători situată între liniile de acces spre stație; o astfel de amplasare prezintă avantajul (când afectarea liniilor este corespunzătoare) că garniturile expediate spre stația tehnică de călători nu deranjează trenurile care pleacă din stația de călători iar trenurile formate în stația tehnică și expediate spre stația de călători nu deranjează sosirile de trenuri. Întrucât zona aparatelor de cale este foarte solicitată (primiri de trenuri care sosesc din cursă, primiri de trenuri din stația tehnică de călători, expedieri de trenuri în cursă și spre stația tehnică, manevre pentru atagarea și detașarea vagoanelor de bagaje și poștă, manevrele legate de schimbarea sensului de mers la trenurile de călători în tranzit etc), stațiile de tip terminus ajung repede la limita lor de capacitate; din această cauză, stațiile noi de călători și unele stații de tip terminus se reconstruiesc se realizează ca stații de trecere. În fig.XII.21, zona aparatelor de cale este astfel realizată încât să permită cât mai multe activități simultane și să fie cât mai puțin întinsă; obținerea unei lungimi reduse pentru zona aparatelor de cale a impus folosirea bretelelor combinate.

În fig.XII.22 se prezintă schema unei stații de călători de trecere având stația tehnică de călători - ca și în cazul arătat anterior - între liniile de acces spre stație. Se remarcă și în această figură utilizarea bretelelor combinate și a traversărilor duble joncțiunii, fapt care conduce la o lungime redusă a zonei aparatelor de cale; sînt permise de asemenea activități simultane în stație.

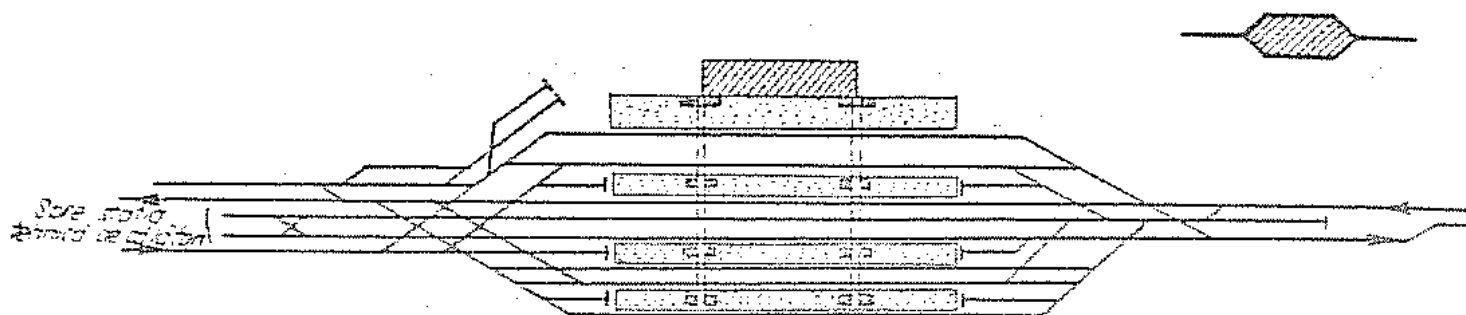


Fig. XII.22. Stație de călători de trecere

XII.7. Elemente pentru proiectarea stațiilor de cale feratăXII.7.1. Lungimea utilă și de construcție a liniilor

Lungimea utilă a unei linii din stație reprezintă porțiunea pe care poate staționa cel puțin un vehicul de cale ferată fără a deranja activitatea pe celelalte linii din stație. Lungimea utilă este determinată de poziția mărcilor de siguranță, de poziția semnalelor, de mpdul în care se realizează legarea liniei respective la capete și, uneori, de poziția joantelor izolante.

Poziția mărcilor de siguranță. Este cunoscut că există gabarite de material rulant și gabarite de liberă trecere. Lățimea gabaritului de material rulant (gabaritul de încărcare C.F.R. pentru vagoane și gabaritul pentru locomotive, tendere și automotoare) este de 3150 mm. Lățimea gabaritului internațional (passe-partout), care este gabaritul de material rulant ce trebuie respectat la toate vehiculele și încărcăturile respective care circulă fără verificări speciale pe liniile deschise traficului internațional, este de asemenea de 3150 mm. În afara acestora există gabaritul de vagon O-VM, cu lățimea de 3250 mm și 1-VM cu lățimea de 3400 mm (gabaritul de vagon O-VM este un gabarit internațional pentru vagoanele care pot circula pe liniile principale ale căilor ferate membre ale O.C.C.F. iar gabaritul 1-VM este un gabarit internațional pentru vagoanele care pot circula cu limitate de viteză sau alte îngrădiri pe anumite linii ale căilor ferate membre ale O.C.C.F.). Ținându-se seama de definiția gabaritului de material rulant și de faptul că marca de siguranță determină (când nu intervin alte considerente ca spre exemplu cele legate de poziția joantelor izolante) punctul de pe fiecare dintre linii pînă unde poate ajunge extremitatea cutiei vagonului fără ca să deranjeze circulația pe liniile vecine cu linia pe care se află vagonul, rezultă: marca de siguranță nu poate fi amplasată în punctul

unde depărtarea dintre linii este egală cu lăţimea gabaritului de material rulant, deoarece, într-o astfel de situaţie, neregularităţile care se ivesc în exploatare (lărgiri la cale, deripări etc) pot provoca suprapunerea dintre gabaritul de material rulant al unui vehicul care staţionează lângă marca de siguranţă pe una din linii cu gabaritul de material rulant al unui vehicul care circulă pe cealaltă linie (fig.XII.23). Apare în acest fel necesar să se prevadă un spaţiu minim de siguranţă între gabaritele de material rulant în dreptul mărcii de

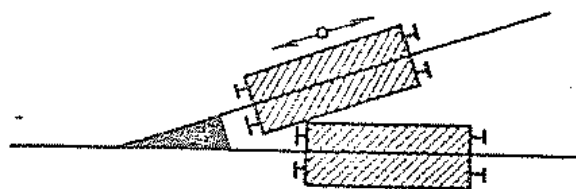


Fig.XII.23. Rolul mărcii de siguranţă

siguranţă, spaţiu corespunzător neregularităţilor care vor putea să apară în exploatare. Ca spaţiu minim de siguranţă s-a adoptat valoarea de 350 mm. În felul acesta rezultă: când nu trebuie să fie luate în considerare alte sporuri, marca de siguranţă se amplasează în punctul de intersecţie a dreptelor D_a şi D_d (fig.XII.24); dreapta D_a este paralelă cu cu axa liniei abătute şi la depărtare egală cu $(3150+350)/2$ de această axă - iar dreapta D_d este paralelă cu

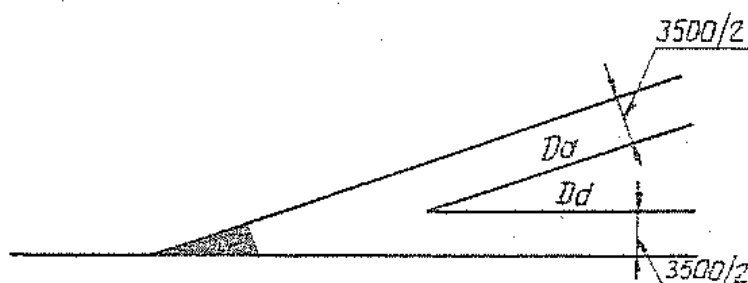


Fig.XII.24. Poziţia mărcii de siguranţă

axa liniei directe a schimbătorului şi situată la aceeaşi depărtare de $3500/2$, exprimată în mm, faţă de axa liniei directe. Dacă se ia în considerare gabaritul de vagon 1-VM, atunci în loc de 3500 mm trebuie avută în vedere valoarea de 3750 mm, care rezultă astfel: $3400 + 350 = 3750$.

În cazul când pe liniile care se ramifică din aparatul de cale urmează curbe apropiate care provoacă reducerea spaţiului minim de siguranţă^{x)} de 350 mm sau când însăşi curbile din cupriasul aparatelor de cale conduc la reducerea spaţiului minim de siguranţă, este

x) reducerea spaţiului de siguranţă apare în situaţia în care marca de siguranţă ar fi plasată în punctul unde depărtarea între linii este de 3500 mm, respectiv de 3750 mm.

necesar ca distanțele de 3500 mm și respectiv 3750 mm, care au fost prezentate anterior, să fie sporite corespunzător (fig.XII.25). Aceste sporuri se prevăd pentru a se păstra același grad de siguranță pentru toate situațiile (atît în cazul cînd liniile care se ramifică dintr-un aparat de cale sînt situate pe o lungime suficient de mare în aliniament cît și în cazul cînd, la distanță mică de aparatul de cale, traseul liniilor care se ramifică este curb).

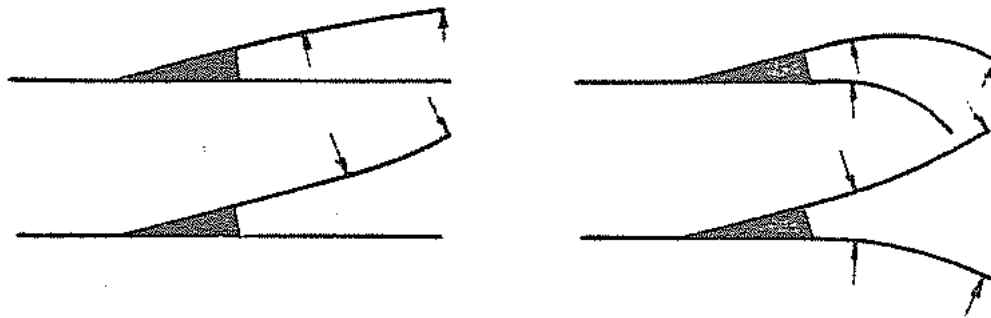


Fig.XII.25. Situația în plan a liniilor care se ramifică dintr-un schimbător

La calculul acestor sporuri se ia în considerație un vagon de calcul avînd lungimea de 24 m, lățimea de 3150 mm (sau 3400 mm) și depărtarea între pivotii celor două boghiuri de 17 m (fig.XII.26); consolele sînt fiecare de cîte 3,50 m. În cazul cînd acest vehicul se găsește într-o curbă arc de cerc, sporurile în punctele A, B și C pot fi calculate aproximativ astfel (fig.XII.26)

$$s_1 = \frac{17^2 \cdot 1000}{8 R} \quad [\text{mm}] \quad (\text{XII.2})$$

$$s_e + s_1 = \frac{24^2 \cdot 1000}{8 R} = \frac{72.000}{R} \quad [\text{mm}] \quad (\text{XII.3})$$

$$s_e = s_1 = \frac{36.000}{R} \quad [\text{mm}] \quad (\text{XII.4})$$

în care R se introduce în m și rezultă sporul spre interiorul curbei (s_1) și sporul spre exteriorul curbei (s_e) în mm.

În zona de trecere de la aliniament la curba arc de cerc, sporurile nu se mai mențin constante; sporurile în acest caz se determină analitic sau grafic luînd în considerare diferite poziții succesive ale vagonului de calcul.

Pentru situațiile care se întîlnesc frecvent în practică

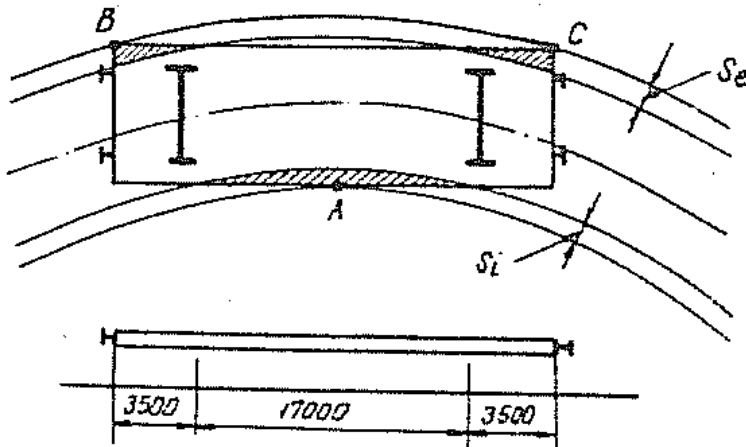


Fig. XII.26. Determinarea sporurilor pentru vagonul de calcul

este legată și de amplasarea joantelor izolante (fig. XII.27), în acest caz trebuie să se aibă în vedere că distanța dintre osie și

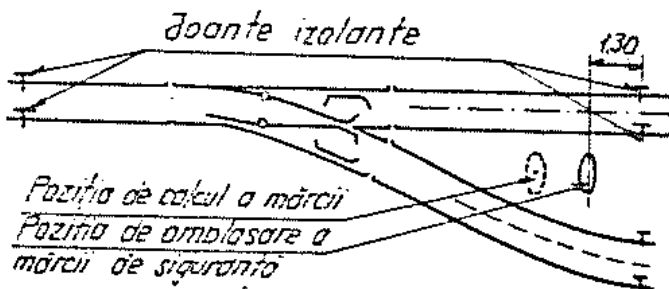


Fig. XII.27. Poziția mărcii de siguranță în raport cu joanta izolantă

(diferențiate între ele prin felul aparatului de cale și prin traseul liniilor care se ramifică din aparatul de cale respectiv) au fost întocmite tabele ajutătoare care dau distanța între punctul geometric al aparatului de cale și punctul care determină poziția mărcii de siguranță.

În afară de elementele legate de gabaritul de material rulant, de sporurile de gabarit și de spațiul de siguranță, poziția mărcilor de siguranță tamponare la dresine este de 1,3 m, mai mică decât în cazul vagonului de calcul. Poziția definitivă a mărcii de siguranță va fi deplasată în raport cu poziția de calcul (representată punctat) astfel încât între poziția definitivă și joanta izolantă distanța să fie de 1,3 m.

Poziția semnalelor de ieșire. Semnalele de ieșire se prevăd pe partea dreaptă a sensului de mers pentru fiecare linie de pe care se efectuează expedieri de trenuri. Semnalele se amplasează în fața mărcii de siguranță în punctul unde depărtarea d dintre linii este suficientă (fig. XII.28).

$$d = 2g + s$$

în care g este semilățimea gabaritului de liberă trecere C.F.R. pentru construcții noi iar s este lățimea semnalului. Luând spre exemplu $s = 270$ mm și $g = 2200$ mm, rezultă valoarea distanței dintre linii egală cu 4670 mm. Trebuie avut în vedere ca semnalele să fie vizibile. Totodată, dacă se organizează primiri și expedieri

simultane^{x)} pe bază de drum de alunecare, atunci semnalul de ieşire al unei linii în abateră se amplasează la 50 m depărtare de marca de siguranţă; când drumul de alunecare este organizat pe linie directă atunci semnalul se amplasează la 100 m depărtare de marca de siguranţă

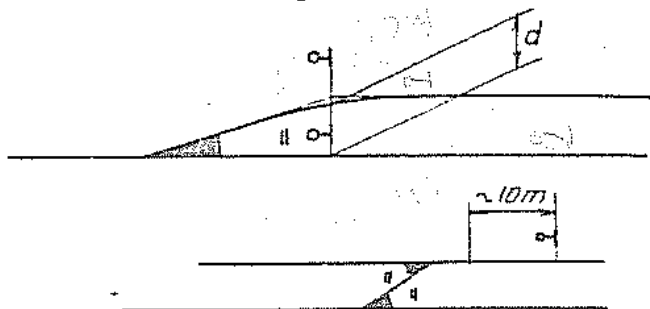


Fig.XII.28. Amplasarea semnalelor de ieşire

Având noţiunile cu privire la poziţia mărcilor de siguranţă şi a semnalelor, pot fi arătate câteva exemple privind modul de stabilire a lungimii

utile. Astfel pentru liniile de primire expediere lungimea utilă se măsoară între marca de siguranţă de la unul dintre capetele liniei şi semnalul de ieşire de la celălalt capăt; pentru liniile legate la ambele capete care nu sînt prevăzute cu semnale de ieşire lungimea utilă se măsoară între mărcile de siguranţă; când linia este înfundată, lungimea utilă se măsoară între marca de siguranţă sau începutul macazului şi opritorul de la capătul liniei; când la capetele unor linii există drumuri de acces peste linii (spre exemplu în grupele de linii de încărcare-descărcare, în grupele de triere, în grupele tehnice de călători etc), lungimea utilă se consideră pînă în dreptul acestor treceri etc. Se poate deci afirma că lungimea utilă a unei linii este acea porţiune a liniei pe care poate staţiona un vehicul în orice punct fără a deranja circulaţia pe celelalte linii sau desfăşurarea normală a activităţii în zona respectivă (exemplu: treceri peste linii care fac parte din procesul tehnologic de lucru din staţie). Există şi noţiunea de lungime utilă convenţională (cu restricţii). În acest caz este prevăzută una sau mai multe restricţii care condiţionează folosirea lungimii utile respective: spre exemplu, lungimea utilă a liniei de tragere 1 din fig.XII.6 poate fi sporită şi cu porţiunea de linie din dreptul basculei pod, cu restricţia ca linia pentru bascula pod să nu fie folosită.

Lungimea utilă la liniile de primire expediere se consideră pe sensuri de circulaţie.

x) organizarea de primiri şi expedieri simultane se poate face folosind liniile de evitare sau pe baza drumului de alunecare; pentru folosirea drumului de alunecare trebuie în plus ca aparatele de cale să fie centralizate electrodinamic iar panta medie ponderată pe parcursul de primire să fie mai mică de 6‰.

Lungimea de construcție a unei linii este mai mare decât lungimea utilă a aceleiași linii și se măsoară, pentru liniile legate la ambele capete, între joantele aparatelor de cale de care este legată linia respectivă. Porțiunile de linie situate între aparatele de cale de la capetele unei stații sau grupe de linii se includ, o singură dată, în lungimea de construcție a uneia dintre linii. În fig. XII.29 se arată diferite exemple de măsurare a lungimilor utile și a celor de construcție. Suma lungimilor de construcție a liniilor dintr-o stație servește la evaluarea volumului lucrărilor de construcție din stația respectivă.

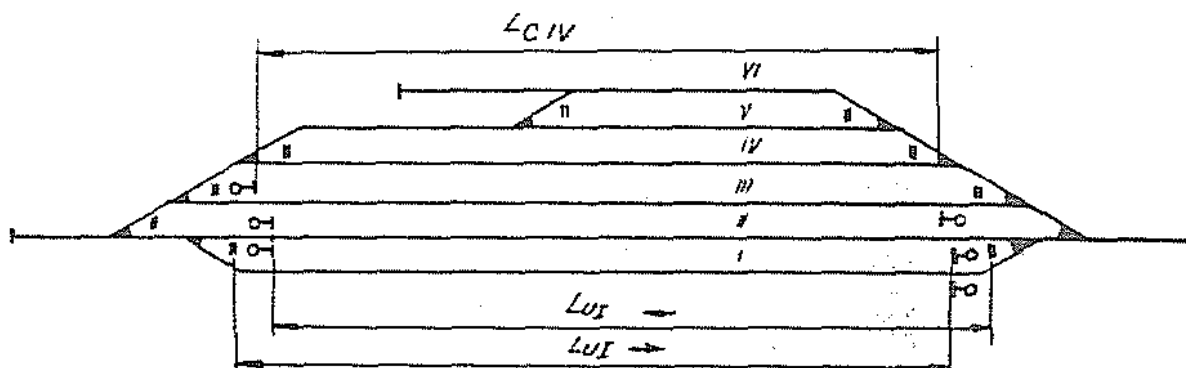


Fig. XII.29. Modul în care se măsoară lungimea utilă și lungimea de construcție la diferite linii

Mărimea lungimii utile a unei linii este în funcție de afectarea acesteia, astfel încît să permită efectuarea operațiilor din procesul tehnologic de lucru al stației. Astfel lungimea utilă a unei linii de primire expediere dintr-o stație se stabilește din condiția de a putea fi garat trenul cu lungimea maximă și prevăzut a circula pe secția respectivă; această lungime maximă a trenului (lungime de proiectare) se calculează funcție de numărul maxim de osii convenționale^{x)} admis pe secția respectivă și de numărul locomotivelor în acțiune^{xx)} din tren. Lungimea utilă a liniei se calculează cu relația :

$$L_u = N \cdot 5 + N_{loc} \cdot 25 + 10...20 \text{ [m]} \quad (\text{XII.5})$$

în care N este numărul osiilor convenționale care se admite pe secția respectivă, N_{loc} este numărul locomotivelor în acțiune din tren, iar distanța 10...20 m reprezintă spațiul de potrivire la oprire de către mecanic a trenului în fața semnalului.

XII.7.2. Distanța dintre linii în stații

Spațiul dintre gabaritul de material rulant și gabaritul de liberă trecere este destinat pentru devierile materialului rulant în

x) se consideră că o osie convențională are lungimea de 5,0 m;
xx) pentru o locomotivă în acțiune se consideră lungimea de 25 m.

mişcare, pentru deplasările căii în exploatare şi pentru crearea unui spaţiu de siguranţă care să permită circulaţia vehiculelor fără îngrădiri. Pentru devierile materialului rulant în mişcare şi pentru deplasările căii la lăţimea gabaritului de material rulant se adaugă un spaţiu de 350 mm. Spaţiul de siguranţă care să permită circulaţia vehiculelor fără îngrădiri este variabil, fiind în funcţie de felul construcţiilor din vecinătatea liniei; atunci când se analizează gradul de apropiere a persoanelor în raport cu un vehicul în mişcare, spaţiul de siguranţă lăsat este în funcţie în plus şi de viteza de circulaţie (tabelul XII.1).

În cazul vehiculelor ce staţionează, distanţa de la axa căii în aliniament pentru persoanele care execută lucrări de reparaţii se poate reduce la 1700 mm.

În dreptul mărcii de siguranţă distanţa dintre linii a fost astfel stabilită încît să nu se producă acostarea vehiculului care staţionează pe una dintre linii în dreptul mărcii de siguranţă în situaţia în care cealaltă linie este circulată. Păstrarea unei astfel de distanţe între linii pe toată lungimea staţiei este de nedorit deoarece într-o situaţie de acest fel este exclusă posibilitatea de amplasare a unor construcţii între linii şi este împiedicată staţionarea persoanelor între linii. Se consideră că: pentru o persoană fără scule aflată între linii este necesară o lăţime de 600 mm; pentru o persoană cu scule este necesară o lăţime de 1000 mm; pentru circulaţia a două persoane în cazul drumurilor pentru circulaţia persoanelor este necesară o lăţime de 1200 mm; pentru circulaţia electrocarurilor în cazul liniilor situate la acelaşi nivel este necesar un spaţiu de 1200 mm.

Din cele de mai sus rezultă că distanţa între axele liniilor depinde de afectarea liniilor şi totodată de utilizarea intervalului care se lasă liber între linii.

Distanţa minimă dintre linii pentru construcţii noi sau sistematizări, care se admite în cazuri justificate din punct de vedere tehnico-economic, în aliniament sau în curbă cu raza peste 4000 m, este de 4750 m. În acest caz lăţimea stîlpilor, semnalelor, coloanelor etc., plasate între linii nu trebuie să depăşească 350 mm; pentru curbe cu raza de 4000 m sau mai mică trebuie ca la distanţa de 4750 m între linii să se adauge sporurile cauzate de înclinarea în curbă a vehiculului de calcul precum şi sporurile cauzate de supraîălţări.

Tabelul XII. 1

S i t u a t i e	Semișălmea gabaritului de material rulant	Spor destinat pentru deval- rele materie- lului rulant în mișcare și pentru depia- șirile șlii în exploatare	Spațiu de sigu- ranță pentru circulația ma- terialului ru- lant fără în- grăduri	Distanță pînă la axa șlii
1	2	3	4	5
Semnale, coloane hidraulice, ștîlpi de iluminat și ștîlpi ai rețelei de contact, lîngă linie	$\frac{2150}{2}$	$\frac{350}{2}$	$\frac{450}{2}$	$\frac{2200}{2}$
Infrastructura unui pod cu lășimea sub 6 m, lîngă linie	$\frac{2150}{2}$	$\frac{350}{2}$	750	2500
Ziduri paralele cu calea, infra-structura și cu lășimea peste 6 m, ștîlpii persoanelor și ștîlpii exteriori ai rețelei de contact, lîngă linie	$\frac{2150}{2}$	$\frac{350}{2}$	1250	3000
Persoană aflată lîngă linie, pe linii cu viteză mică (linii de triere, linii pentru întreține-rea materialului rulant etc)	$\frac{2150}{2}$	$\frac{350}{2}$	450	2200
Persoană aflată lîngă linii de primire - expediere	$\frac{2150}{2}$	$\frac{350}{2}$	750	2500

Distanța normală între linii pentru construcții noi când liniile sînt în aliniament sau în curbe cu raza peste 4000 m se consideră de 5000 mm; în cazul unei astfel de distanțe între linii rămîne un interval de 600 mm care corespunde pentru o persoană fără scule aflată între linii ($2.2200 + 600 = 5000$ mm). În curbe cu raza de 4000 m sau mai mică distanța dintre linii trebuie sporită. Sporurile s_i - de la interior - și s_e - de la exterior - datorate înscrierii vehiculului de calcul în curbă se calculează cu relația XII.3:

$$s_i = s_e = \frac{36\,000}{R}$$

Sporul datorat supraînălțării celor două linii se determină ținînd seama de înclinarea gabaritelor de liberă trecere aferente celor două linii. Dacă pe cele două linii nu există supraînălțări sau dacă supraînălțarea liniei exterioare este mai mică sau egală cu supraînălțarea liniei interioare atunci nu există spor datorat supraînălțării.

În mod aproximativ sporul gabaritului de liberă trecere în lățime se poate calcula cu relația (fig.XII.30) :

$$b_h = \frac{h \cdot H_g}{s} \quad (\text{XII.6})$$

unde h este supraînălțarea liniei, s este depărtarea între cele două fire de șină ($\sim 1,500$ m) iar H_g reprezintă înălțimea la care se urmărește determinarea sporului la gabaritul de liberă trecere.

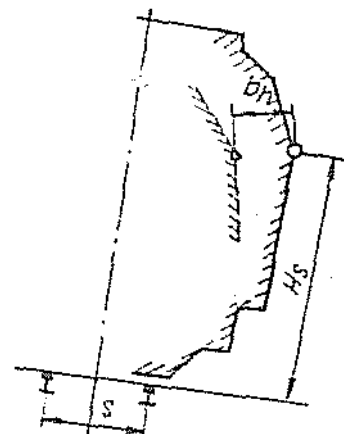


Fig.XII.30. Determinarea sporului datorat supraînălțării

Cînd între linii sînt amplasate persoane, distanța între axele liniilor se ia de 6 m pentru un trafic sub 250 călători în 24 ore și de 9 m pentru un trafic de călători mai mare.

XII.7.3. Diagonale

XII.7.3.1. Legături între două linii paralele. Cel mai simplu caz de legare a două linii paralele este prezentat în figura XII.31. Linia I se leagă de prelungirea liniei abătute a schimbătorului prin intermediul unei curbe arc de cerc care nu este prevăzută cu racordări și este fără supraînălțare (ca și

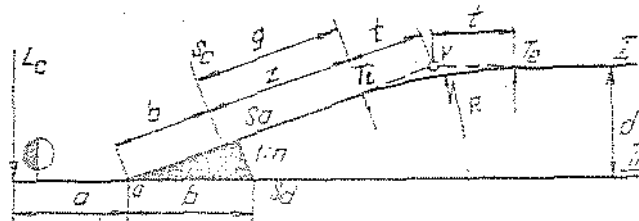


Fig.XII.31. Legarea a două linii paralele

curba din cuprinsul schimbătorului)); pentru a evita limitarea de viteză trebuie ca raza acestei curbe de legătură să fie cel puțin egală cu raza curbei din cuprinsul schimbătorului. IC și SC reprezintă începutul și respectiv sfîrșitul curbei din cuprinsul schimbătorului. Între curba din cuprinsul schimbătorului și curba de legătură se formează aliniamentul intermediar g iar între joanta de sfîrșit a schimbătorului și începutul curbei de legătură există porțiunea în aliniament z . Pentru o distanță dată între linii d , realizarea legăturii între cele două linii paralele, fără modificarea elementelor constructive ale schimbătorului, este posibilă dacă se asigură depărtarea z ; respectiv.:

$$z = \frac{d}{\sin \alpha} - b - t, \quad (\text{XII.7})$$

să fie o cantitate pozitivă. În relația (XII.7) α reprezintă unghiul schimbătorului de cale corespunzător tangentei 1:n, iar t se calculează cu relația cunoscută: $t = R \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}$. Pe porțiunea cuprinsă între începutul schimbătorului și punctul (TE), traseul cuprinde o curbă de abatere la stînga, un aliniament intermediar g și o curbă cu abatere la dreapta. Pentru exemplificare: cînd distanța între linii este de 5 m, raza curbei de legătură este de 300 m și se folosește schimbătorul S - 300 - 1:9, elementele geometrice ale legăturii dintre linii sînt arătate în fig.XII.32.

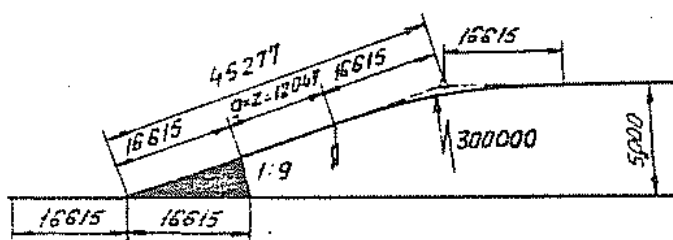


Fig.XII.32. Exemplu numeric pentru legătura dintre două linii.

Cînd distanța între linii este mare, atunci, pentru reducerea zonei de legătură dintre linii se procedează astfel: (fig.XII.33), după sfîrșitul schimbătorului se introduce o curbă cu aceeași abatere ca și abaterea curbei din cuprinsul schimbătorului. Razele curbelor trebuie să fie cel puțin egale cu raza din cuprinsul schimbătorului de cale.

Cînd distanța între linii este mare, pentru reducerea lungimii zonei pe care se realizează legarea celor două linii paralele, se utilizează diagonala redusă, arătată în fig.XII.36.

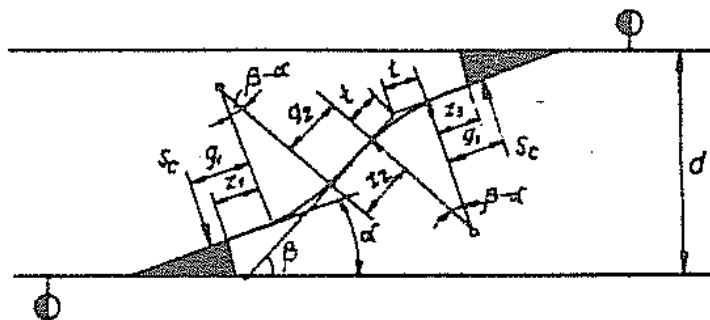


Fig. XII.36. Diagonala redusă

Pentru realizarea legăturii dintre linii în ambele sensuri se pot folosi două diagonale normale dispuse una după alta (fig.XII.37) sau, pentru reducerea lungimii zonei de legătură, bretea obișnuită (fig.XII.38).

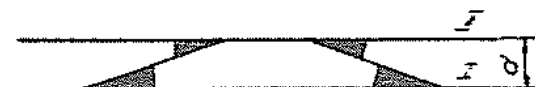


Fig.XII.37. Legarea liniilor paralele folosind două diagonale normale



Fig.XII.38. legarea a două linii folosind bretea obișnuită

Cînd distanța între linii este mai mare (> 7 m), pot fi suprapuse două diagonale normale (fig.XII.39); în punctul de intersecție a diagonalelor este prevăzută o traversare simplă.

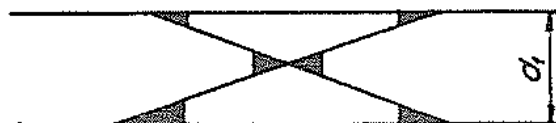


Fig.XII.39. Legarea a două linii paralele cînd distanța între linii este mare (> 7 m)

În figurile de mai sus, în locul schimbătoarelor simple pot fi folosite traversări cu joncțiune simplă sau traversări cu

joncțiune dublă; în asemenea cazuri, în locul elementelor geometrice, care caracterizează schimbătorul simplu, se introduc elementele geometrice ale traversării cu joncțiune respective. Curbele liniilor de legătură dintre aparatele de cale sau curbele de legătură care urmează după aparatele de cale nu trebuie să se suprapună peste zonele destinate amplasării aparatelor de cale (pentru a se evita curbarea unei părți din aparatul de cale). În fig.XII.40 sînt date exemple de diagonale cînd în locul schimbătoarelor se folosesc traversările cu joncțiune.

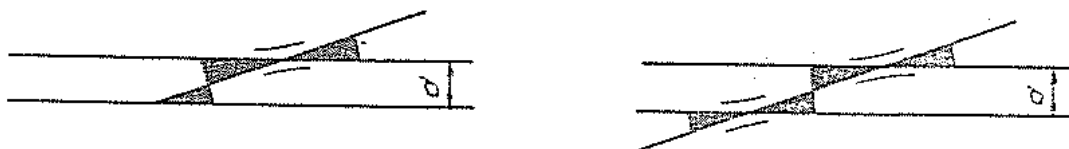


Fig.XII.40. Exemple de diagonale

Pentru ca pe porțiunea de linie de pe diagonală, între joantele aparatelor de cale, să nu rămînă cupoane scurte, lungimea jumătății de traversare sau lungimea de la schimbătorul de cale cuprinsă între punctul geometric și sfîrșitul schimbătorului se modifică în anumite limite. În fig.XII.41 se arată un exemplu pentru cazul unei diagonale alcătuite dintr-un schimbător S-190-1:6,6 și o traversare cu joncțiune dublă TJD-190-1:6,6. cînd distanța între linii este de 5 m.

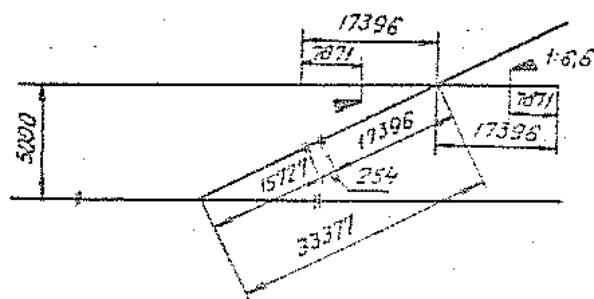


Fig.XII.41. Exemplu de modificare a dimensiunilor unui schimbător

Distanța de 33377 mm rezultă în funcție de înclinarea diagonalei (1:6,6) și de distanța între linii de 5 m. Dacă se adună jumătatea traversării de 17396 mm cu distanța dintre punctul geometric al schimbătorului pînă la sfîrșitul S_2 pe linia abătută e acestuia de 15727 mm și suma obținută se scade din lungimea diagonalei de 33377 mm

rezultă că între joantele celor două aparate de cale ar fi necesar un cupon de 254 mm:

$$33377 - (17396 + 15727) = 254 \text{ mm}$$

Pentru ^{nu} a avea un asemenea cupon, linia abătută a schimbătorului simplu se execută mai lungă cu 254 mm.

XII.7.3.2. Legarea mai multor linii paralele

În stații există mai multe linii paralele care trebuie să fie legate la capete. Din punct de vedere al importanței diferitelor legături dintre linii, pot fi deosebite legături de importanță mai redusă - spre exemplu cele care se referă la legarea tuturor liniilor din grupa de triere astfel încât să existe accesul de pe aceste linii spre punctul M (fig.XII.42) și legături de importanță deose-

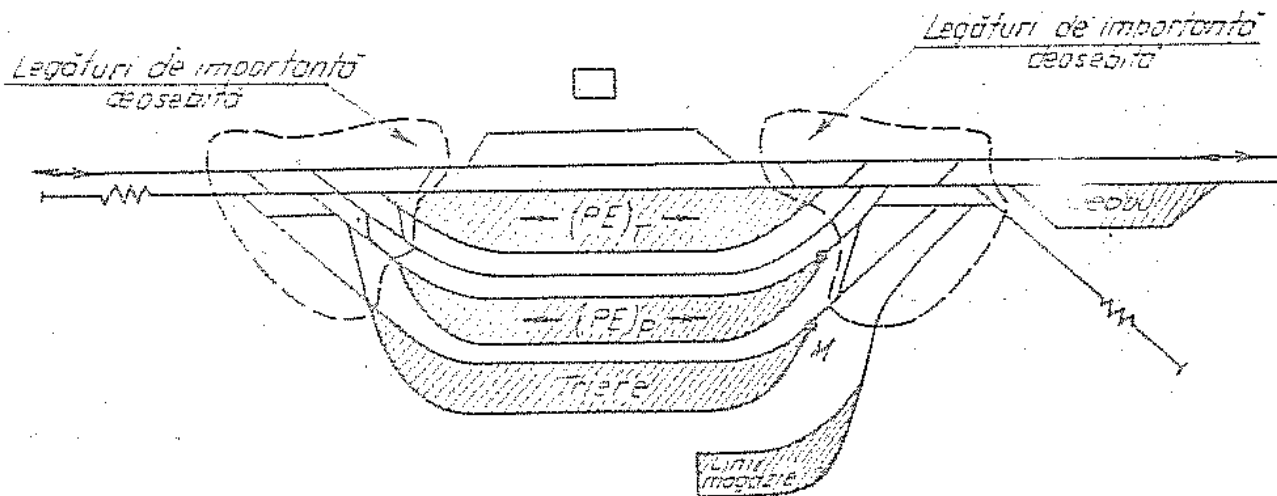


Fig.XII.42. Schema de principiu a unei stații tehnice

bită, care au influență asupra modului de organizare a activității în stație (spre exemplu: diagonala din fig.XII.42, prin existența căreia se asigură expedierea unor trenuri direct din grupa de triere). Legăturile dintre grupele de linii între ele și legăturile grupelor de linii cu linii de tragere, cu liniile directe, cu liniile de acces spre depou etc., sînt prezentate explicit în schema de principiu a stației, fiind legături de importanță deosebită (nerealizarea unei astfel de legături sau schimbarea poziției relative între astfel de legături conduce la schimbări importante în procesele tehnologice de lucru).

Pentru a se obține o platformă cît mai scurtă a stației este de urmărit ca toate legăturile să fie realizate pe o zonă cu lungimea cît mai mică. În cazul legăturilor cu importanță deosebită, pe

lângă această cerință trebuie să se urmărească respectarea schemei de principiu a stației. În schemele de principiu ale stațiilor mari, legăturile de importanță redusă (apre exemplu legarea liniilor de la capătul unei grupe) nu sînt reprezentate (grupele de linii sînt reprezentate prin centrul lor aproximativ).

Rezolvarea capetelor de stații, presupune cunoașterea posibilităților de legare a mai multor linii paralele și totodată cunoașterea condițiilor de cuplare între ele a diferitelor aparate de cale astfel încît să fie asigurată siguranța circulației. În ceea ce privește legarea mai multor linii paralele, există diferite situații de bază și combinații alcătuite pornind de la acestea.

Diagonală în liră simplă la unghiul α . Această diagonală este arătată în fig. XII.43. Se caracterizează prin faptul că toate schimbătoarele au aceeași tangentă.

Folosirea acestei diagonale la ambele capete ale unei stații sau grupe de linii, conduce la obținerea grupe de linii în formă de trapez care prezintă inconvenientul că lungimile utile ale liniilor diferă mult

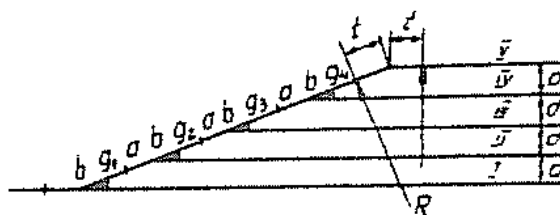


Fig. XII.43. Diagonală în liră simplă la unghiul α

între ele (fig. XII.44. Dacă diagonală în liră simplă se folosește în felul arătat în fig. XII.45, atunci se obține grupa de linii în formă de paralelogram; în acest caz se obțin lungimi utile egale

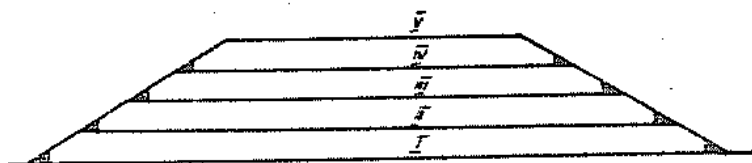


Fig. XII.44. Grupă de linii în formă de trapez



Fig. XII.45. Grupă de linii în formă de paralelogram

între ele însă nu există o linie directă (fără curbe) de trecere prin grupă (de felul liniei I din fig. XII.44).

Realizarea capetelor de stație cu ajutorul diagonalei în liră simplă conduce la o lungime mare pentru zona destinată aparatelor de cale; din această cauză folosirea acestei diagonale se recomandă atunci cînd numărul de linii este redus (pînă la 5 linii).

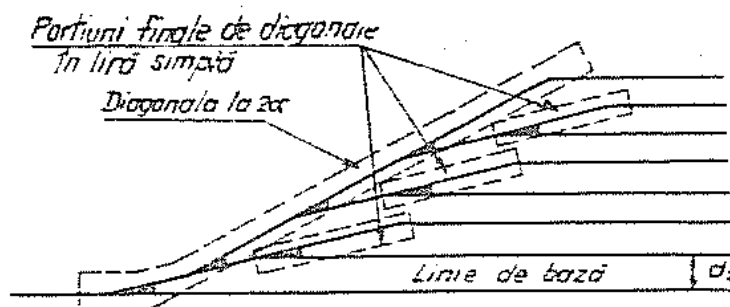


Fig. XII.48. Diagonală la 2α

Este de observat că, pentru a fi posibilă realizarea diagonalei la 2α distanța între linia I și linia II trebuie sporită (fig. XII. 48) dacă asemenea distanță s-ar păstra de 5 m atunci diagonala nu ar mai fi realizată.

Similar cu diagonala la 2α , există diagonale la $3\alpha, 4\alpha$ etc., caracterizate prin faptul că porțiunea finală a acestor diagonale are o înclinare în raport cu linia de bază egală cu $3\alpha, 4\alpha$ etc.

Diagonale cu schimbătoare așezate pe linia de bază. Exemple de astfel de diagonale sînt prezentate în fig. XII.49 și XII.50:

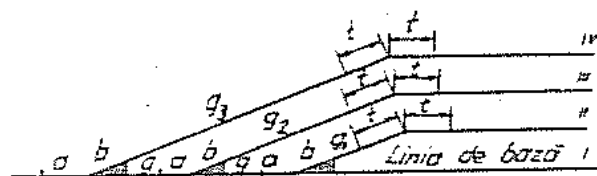


Fig. XII.49. Diagonală cu schimbătoare așezate pe linia de bază

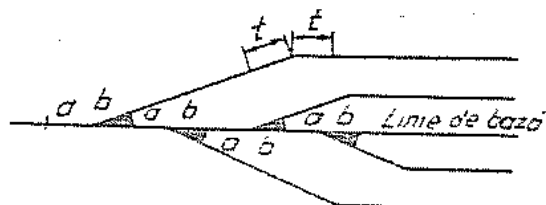


Fig. XII.50. Diagonală în spic

diagonala din fig. XII.50 poartă denumirea de diagonală în spic. Aceste diagonale prezintă inconvenientul că prin folosirea lor se obțin lungimi diferite ale liniilor iar atunci cînd linia de bază este linie directă, toate schimbătoarele intră în parcursul trenurilor care trec pe această linie.

Diagonală înclinată care leagă linii depărtate de linia de bază. Schema acestei diagonale este arătată în figura XII.51; spre deosebire de situația prezentată în fig. XII.49, această diagonală nu coincide cu linia de bază și formează unghiul α cu această linie

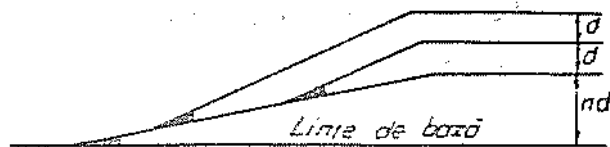


Fig. XII. 51. Diagonală înclinată care leagă linii depărtate de linia de bază

sau, în cazul general, unghiul $n\alpha$. Prima linie care este legată se află depărtată de linia de bază.

Diagonală în evantai. Pentru legarea unor linii care sînt depărtate de linia de bază se mai poate utiliza diagonală în evantai arătată în fig. XII. 52.

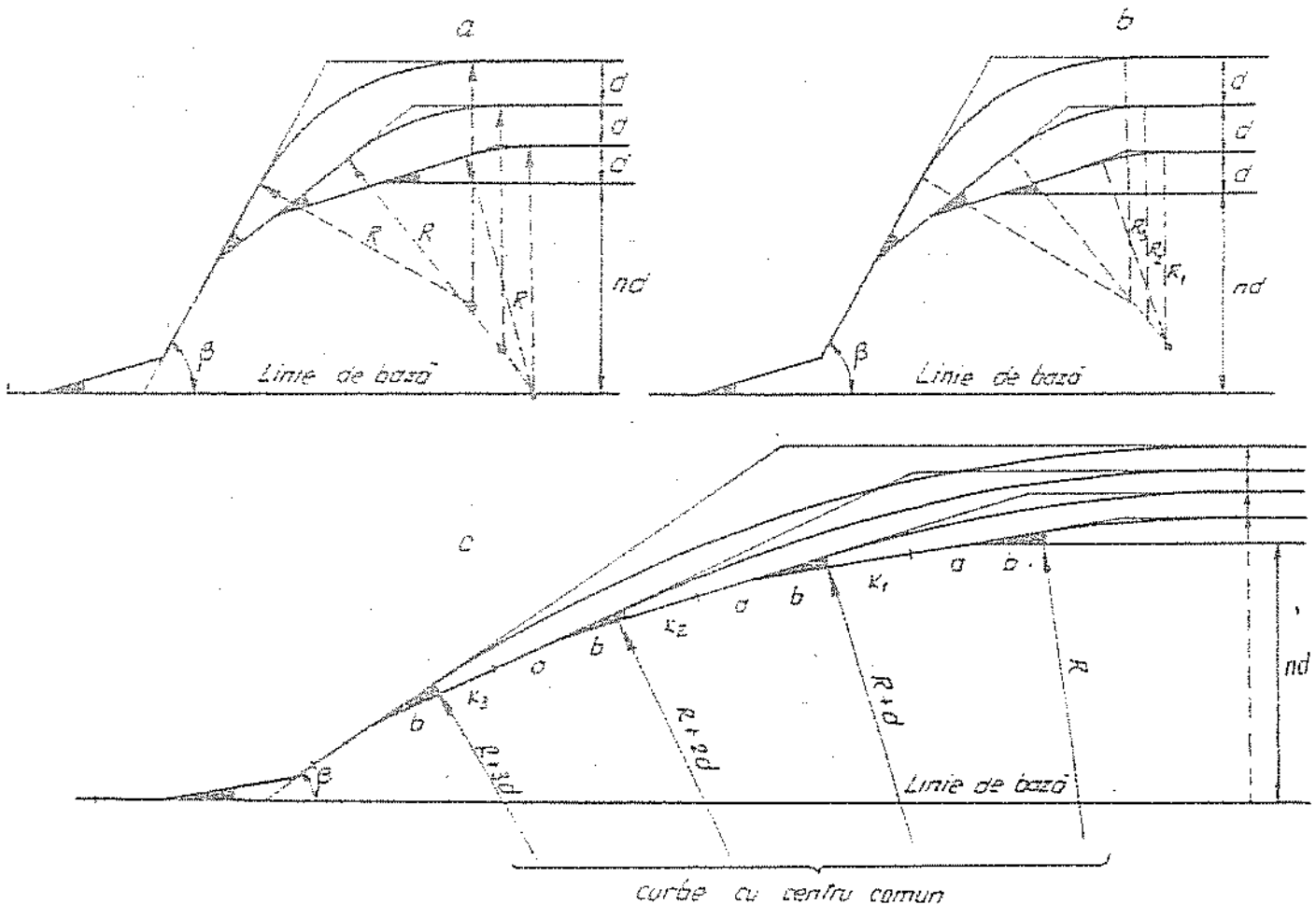


Fig. XII. 52. Diagonală în evantai

Spre deosebire de diagonală înclinată, diagonală în evantai nu este situată în aliniament. În fig. XII. 52 a, razele curbelor de legătură sînt de aceeași mărime; din această cauză între linii

rămăia spații mari. În fig.XII.52 b, depărtarea între punctele geometrice ale aparatelor de cale este același însă rezultă raze diferite pentru curbele de legătură și centre diferite pentru aceste curbe. În fig.XII.52 c, cercurile curbelor de legătură sînt concentrice însă depărtarea dintre punctele geometrice ale aparatelor de cale diferă fiind necesare plasarea de cupoane între schimbătoare.

Legarea liniilor din diferite grupe (legături cu importanță redusă) și celelalte legături de la capetele unei stații (legături de importanță deosebită) se realizează prin combinarea diferitelor feluri de diagonale de bază sau porțiuni din aceste diagonale. În fig. XII.48 a fost arătat un exemplu de astfel de combinație între o diagonală la 2α și porțiuni finale de diagonale în liră simplă. În fig. XII.53 se prezintă un alt exemplu de astfel de combinație alcătuit dintr-o diagonală în liră simplă, dintr-o diagonală la 3α și o porțiune din diagonala înclinată (fig.XII.51) care leagă linii depărtate de linia de bază.

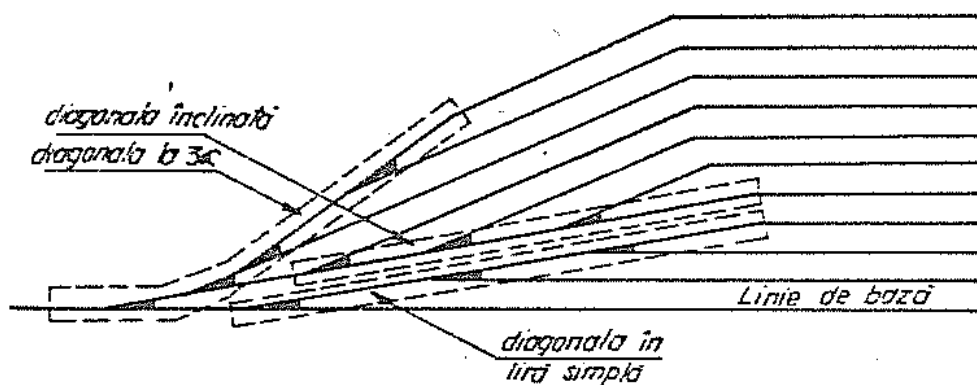


Fig.XII.53. Combinarea diferitelor feluri de diagonale

XII.7.4. Amplasarea aparatelor de cale la proiectarea capetelor de stație

XII.7.4.1. Poziția relativă între aparatele de cale. La amplasarea aparatelor de cale trebuie avute în vedere următoarele: să fie asigurată viteza de circulație (condiția I), să fie exclusă introducerea de cupoane între joantele aparatelor de cale care să aibă lungimea mai mică decât cea admisă (condiția II) și să fie asigurată distanța necesară față de liniile vecine (condiția III).

Lungimea minimă a cuponului care se admite pe linii carente și directe cu viteza de circulație peste 50 km/h este de 6 m; dacă viteza este sub 50 km/h, lungimea cuponului care se admite pe liniile carente și directe este de 4,5 m. Pe restul liniilor, lungimea minimă admisă este de 3 m.

În fig.XII.54 sînt arătate exemple de cuplare a schimbătoarelor simple. Dacă schimbătoarele sînt identice și sînt realizate pe principial tangenței, exemplele a și b din fig.XII.54 - pentru cazul cînd circulația se efectuează pe liniile deviate ale celor două schimbătoare - corespund situației de trecere a vehiculului în lungul unei curbe unice și respectiv situației de trecere a vehiculelor dintr-o curbă într-o altă curbă cu abatere contrară (contracurbă).

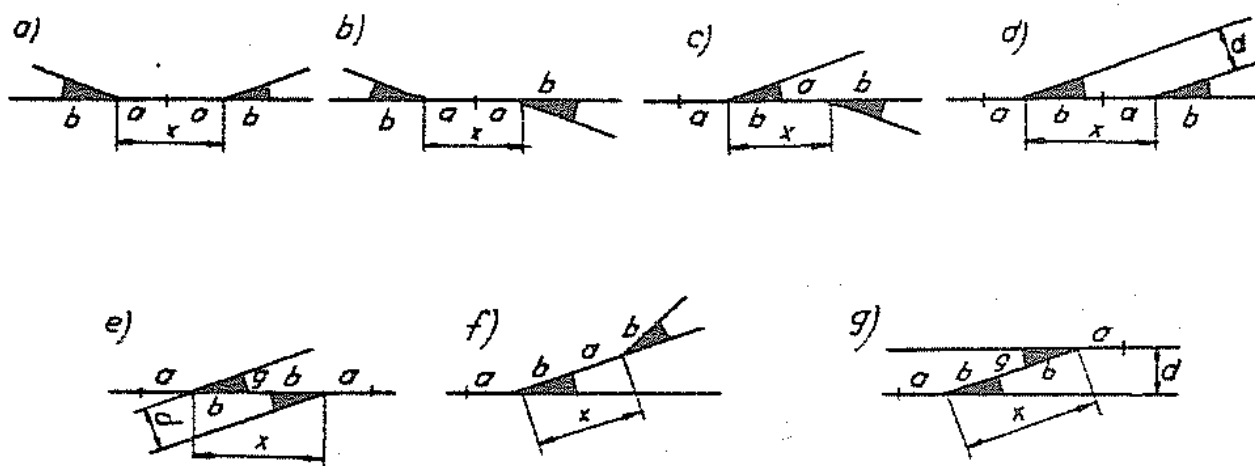


Fig.XII.54. Cuplarea schimbătoarelor simple

În cazul din fig.XII.54 a, viteza de circulație pe ansamblul celor două schimbătoare este aceeași cu viteza de circulație pe fiecare dintre schimbătoarele de cale în parte. În cazul din XII.54 b, viteza de circulație admisă peste ansamblul celor două schimbătoare este mai mică decît viteza admisă pe fiecare dintre schimbătoare luate izolat. Pentru determinarea aproximativă a vitezei maxime de circulație pe ansamblul din fig.XII.54 b, se pornește de la diagrama de variație a accelerației transversale necompensate în situația de circulație pe liniile abătute ale celor două schimbătoare prin limitarea emulării care apare în punctul de trecere de la curbă la contracurbă la $0,65 \text{ m/s}^2$, rezultă :

$$\frac{v^2}{R} + \frac{v^2}{R} \leq 0,65 \quad (\text{XII.9})$$

Cînd viteza de consideră exprimată în km/h iar raza în m, relația XII.9, devine

$$\frac{1000}{R_1} + \frac{1000}{R_2} \leq \frac{9000}{v^2}$$

Dacă, pentru viteza de circulație impusă, relația XII.9 este satisfăcută, cele două schimbătoare trebuie să se distanțeze prin introducerea unui cupon între începuturile celor două schimbătoare din fig. XII.54 b).

În fig. XII.54 c și XII.54 f schimbătoarele pot fi așezate unul lângă celălalt, depărtarea între punctele geometrice fiind egală cu $(a + b)$.

În fig. XII.54 d și XII.54 e trebuie să se respecte simultan atît condiția referitoare la asigurarea distanței dintre linii (condiția III) cît și condiția privind mărimea minimă a cuponului (condiția a II-a). Distanța x între punctele geometrice ale schimbătoarelor rezultă astfel :

$$x = \frac{d}{\sin \alpha}$$

iar lungimea cuponului (c) :

$$c = \frac{d}{\sin \alpha} - (a+b), \text{ pentru fig. XII.54 d și }$$

$$c = \frac{d}{\sin \alpha} - 2 \cdot b, \text{ pentru fig. XII.54 e}$$

Problemele care se pun în cazul cuplării schimbătoarelor simple cu alte feluri de aparate de cale sînt similare.

XII.7.4.2. Curbele din vecinătatea aparatelor de cale

Pentru legarea liniilor stației la direcțiile care se ramifică din aparatele de cale aflate pe diverse feluri de diagonale se folosesc curbele de legătură. Ca și în cazul curbilor din cuprinsul aparatelor de cale, curbele de legătură sînt fără racordări la capete și fără supraînălțări. Pentru a nu exista limitări de viteză, raza curbilor de legătură se alege mai mare sau egală cu raza din cuprinsul aparatelor de cale.

Poziționarea aparatelor de cale la rezolvarea capetelor de stație este astfel făcută încît să se respecte schema de principiu a stației și totodată să se obțină o zonă cît mai restrînsă a aparatelor de cale; rezolvarea capetelor de stație se realizează grafic prin încercări pe planuri la scara 1:1000. Cu această ocazie, în

ceea ce privește surbele de legătură, se verifică dacă este posibilă introducerea lor; verificarea constă în măsurarea tangentelor t_i (fig.XII.55) care se calculează în prealabil cu relația cunoscută

$$t_i = R_i \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

În cazul schimbătoarelor simple situate pe linie directă între joantele de început sau de sfîrșit ale acestora și extremitatea curbei de racordare

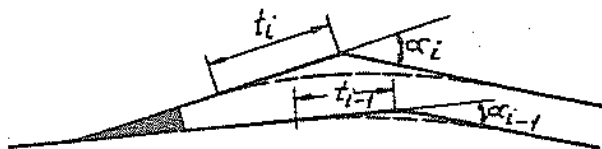


Fig.XII.55. Curbe de legătură

trebuie să fie lăsat un aliniament astfel încît deformările în plan care se pot produce în timp în zona de trecere de la curba de racordare la aliniament să nu afecteze schimbătorul de cale. În fig.XII.56 se dau exemple de astfel de situații

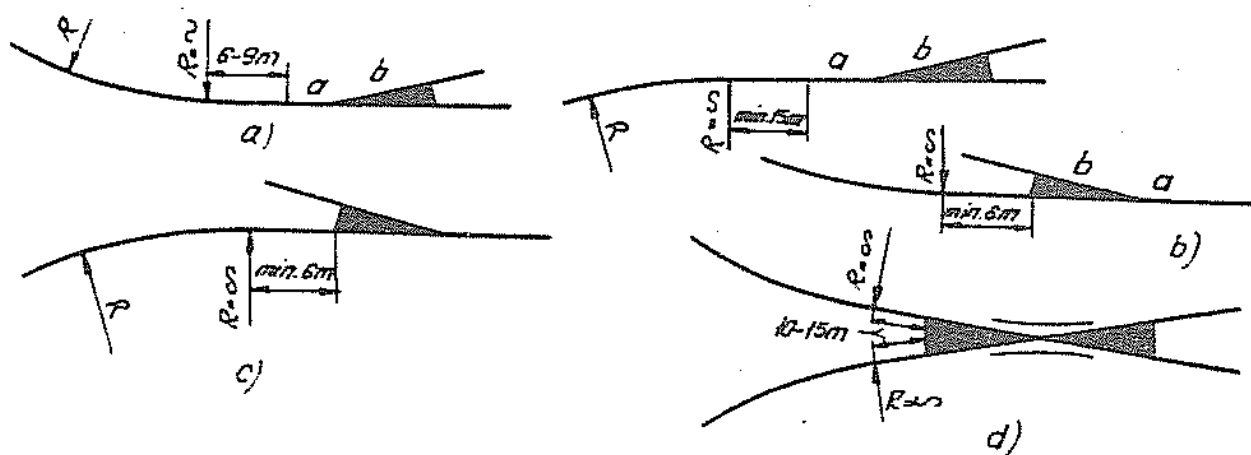


Fig.XII.56. Curbe situate în vecinătatea aparatelor de cale

Zona aparatelor de cale se amplasează în afara curbelor de racordare a elementelor de profil din profilul în lung; numai în cazuri excepționale și cînd raza curbei de racordare din plan vertical este de cel puțin 10.000 m se pot amplasa aparatele de cale în curbă de racordare. Pentru a nu fi afectată situația în plan vertical a aparatului de cale cu ocazia deformărilor care se pot produce în acest plan în zona de trecere de la curba de racordare din plan vertical la elementul de profil, prima (sau ultima) joantă a aparatului de cale se depărtează la cel puțin 5 m de extremitatea racordării (fig. XII.57).

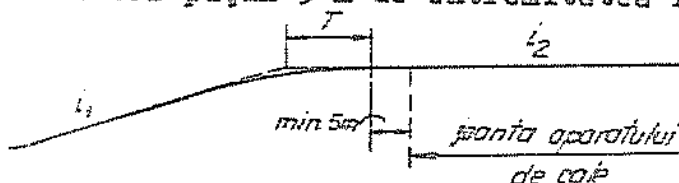


Fig.XII.57. Poziția joantei aparatului de cale față de racordarea din plan vertical

XII.7.5. Trasarea capetelor de stație

La execuție sînt necesare elemente pentru poziționarea aparatelor de cale. În acest scop se determină, față de un sistem de axe de coordonate (fig.XII.58), coordonatele punctelor geometrice ale aparatelor de cale și coordonatele vîrfurilor de unghi pentru curbele de legătură.

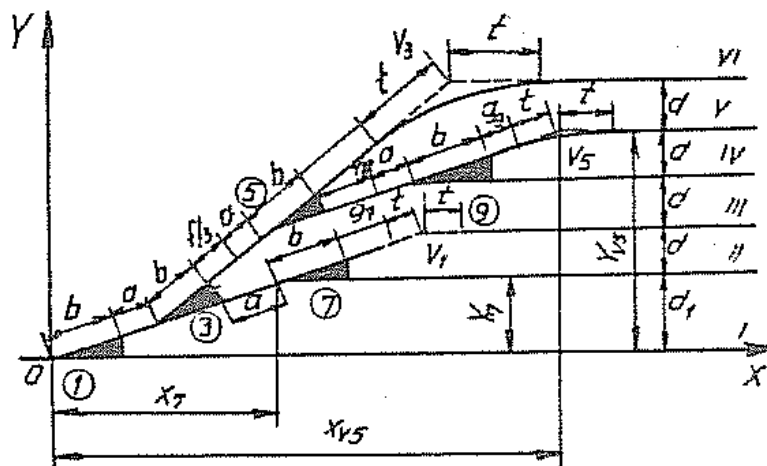


Fig.XII.58. Alegerea sistemului de axe de coordonate

În fig.XII.58, toate schimbătoarele sînt considerate de același tangentă. Distanțele g_1 care intervin în formulele de calcul pentru coordonatele x_1 și y_1 se determină din condiția de asigurare a distanței dintre linii (schimbătoarele 3 și 7) sau din condiția de asigurare a unei distanțe impuse între linia analizată și linia de bază (schimbătoarele 3 și 5 sau 7 și 9); distanțele g_1 trebuie să rezulte pozitive,

Pe planurile reprezentînd capetele de stație la scara 1:1000 se reprezintă sistemul de axe de coordonate avut în vedere iar coordonatele punctelor geometrice ale aparatelor de cale și ale vîrfurilor de unghi sînt scrise sub formă de tabel pe același planșă.

XII.7.6. Etapele de lucru la rezolvarea capetelor de stație

S-a arătat că legăturile dintre linii pot fi de importanță redusă sau de importanță deosebită. La rezolvarea capetelor unei stații, se procedează în următoarele etape :

a) Se rezolvă capetele stației independent astfel încît să se obțină o zonă cît mai restrînsă a aparatelor de cale și totodată să fie respectate legăturile de importanță deosebită indicate în schema de principiu a stației; în această fază toate aparatele de cale se cuplează la distanța minimă între ele. Rezolvarea (însereările) se efectuează pe un plan la scara 1:1000. Construcția grafică se raportează la un punct arbitrar ales pe linia directă sau - în general - pe o linie de bază; ca linie de bază se alege linia pe care se află cel mai depărtat^{x)} schimbător aparținînd grupului de linii considerat; linia de bază se alege aceeași pentru ambele capete ale stației (sau grupului de linii considerat).

b) Capetele astfel rezolvate se așază față în față cu linia de bază în prelungire. Depărtarea dintre cele două capete se stabilește din condiția de a fi asigurată lungimea utilă pentru linia la care rezultă cea mai mică lungime utilă; această linie aparține unei grupe de linii. Se modifică local (în cadrul grupei respective de linii) dacă este posibil - modul de legare a liniilor, astfel încît să se realizeze apropierea în cea mai mare măsură a celor două capete de stație. Dacă în una din celelalte grupe se obțin lungimi utile mai mari decît cele necesare, se deplasează grupul de aparate de cale care leagă liniile grupei respective; deplasarea se poate face la ambele capete sau numai la unul dintre capete, avîndu-se în vedere ca schema de principiu a stației să fie respectată.

Ca rezultat al unor asemenea deplasări relative între grupe, depărtarea între aparatele de cale nu mai rezultă, în toate situațiile, egală cu depărtarea minimă care a fost avută în vedere la punctul a). După efectuarea unor asemenea deplasări relative ale grupelor de schimbătoare se analizează din nou fiecare dintre capetele stației pentru a fi aduse eventuale îmbunătățiri.

c) Se trece la efectuarea calculelor de trasare a capetelor de stație (punctul XII.7.5). Cu această ocazie se face verificarea analitică a construcției grafice; distanțele dintre joantele aparate-

x) situat la extremitatea grupei

lor de cale și punctele de intrare în curbele de legătură trebuie să rezulte pozitive astfel încât să nu fie necesară curbarea unor porțiuni din suprinul aparatelor de cale.

XII.7.7. Alegerea tipului de suprastructură pentru liniile din stație

Vitezele de circulație pe diverse linii din stații, în funcție de destinația lor, sînt diferite; de asemenea, gradul de folosire a liniilor dintr-o stație este diferit, depinzînd de destinația liniei respective și într-o oarecare măsură de intensitatea de trafic care caracterizează secția de circulație pe care este amplasată stația respectivă; cu alte cuvinte, solicitarea^{x)} unei linii dintr-o stație nu se poate stabili cu aceeași ușurință ca pentru o linie curentă. Ca și în linie curentă, pe liniile din stație situate în curbă acționează forțe suplimentare în legătură cu înscrierea vehiculelor în curbă. Avînd în vedere cele de mai sus, se poate constata că elementele care determină tipul de suprastructură pe liniile din stație sînt aceleași cu cele întîlnite în cazul liniei curente (viteză de circulație, intensitate de trafic și situația liniei în plan).

Pe liniile directe - avînd în vedere circulația trenurilor fără oprire prin stație - alcătuirea suprastructurii căii (tipul șinelor, felul traverselor, realizarea prinderii, materialul din prisma de balast și dimensiunile prismei de balast, poza căii etc) se aleg ca și pentru linia curentă. Pe restul liniilor din stații, în afara tipului de șină, care se stabilește prin tema de proiectare, celelalte date prin care se caracterizează alcătuirea suprastructurii căii sînt reglementate în funcție de intensitatea traficului și viteza maximă ale secției de circulație pe care este amplasată stația respectivă, în funcție de destinația liniei și, în fine, în funcție de situația liniei în plan. Ca rază de la care trebuie să fie întărită linia (sporirea pozei căii) s-a stabilit raza de 800 m; respectiv, pentru raze mai mari de 800 m, cînd celelalte condiții sînt identice, alcătuirea căii în curbă este ca și în aliniament. Tipul de șină minim admis pe liniile din stație este tipul 40. Ca și în linie curentă, pe liniile din stație vor fi folosite ori de cîte ori este posibil, traversale de beton precomprimat (traverse T 13 S în cazul șinelor tip 40, traverse T 13 în cazul șinelor tip 49 și 54-E și traverse T 16 în cazul șinelor tip 60). Este de semnalat că pe porțiunile de pe diagonale dintre joantele aparatelor de cale - deși calea

x) numărul de tone brute care trece pe linia respectivă

este în aliniament - pentru a se obține o cale cu elasticitate în lungul ei cât mai uniformă, se vor folosi traverse de lemn (în cuprinsul aparatelor de cale traversele sînt de lemn).

Materialul din prisma de balast și dimensiunile prismei de balast sînt reglementate prin STAS 3197/1 și 3197/2.

Poza căii și categoria traverselor de lemn este reglementată prin Normativul pentru proiectarea stațiilor de cale ferată.

XII.7.8. Colectarea și evacuarea apelor din precipitații

Ca și în cazul zonelor din linie curentă, trebuie luate măsuri pentru: colectarea și evacuarea apelor din precipitații care se scurg spre zona stației; colectarea și evacuarea apelor din precipitații care cad nemijlocit în zona stației.

Colectarea și evacuarea apelor care se scurg spre zona stației se rezolvă, similar situației din linie curentă, cu ajutorul ganțurilor de apărare și a podețelor de descărcare. În fig.XII.59 se arată un exemplu pentru dispozitivul de ganțuri de apărare și podețe de descărcare aparținînd unei stații intermediare; ca și în linie curentă trebuie evitată descărcarea ganțurilor de apărare în ganțurile de scurgere.

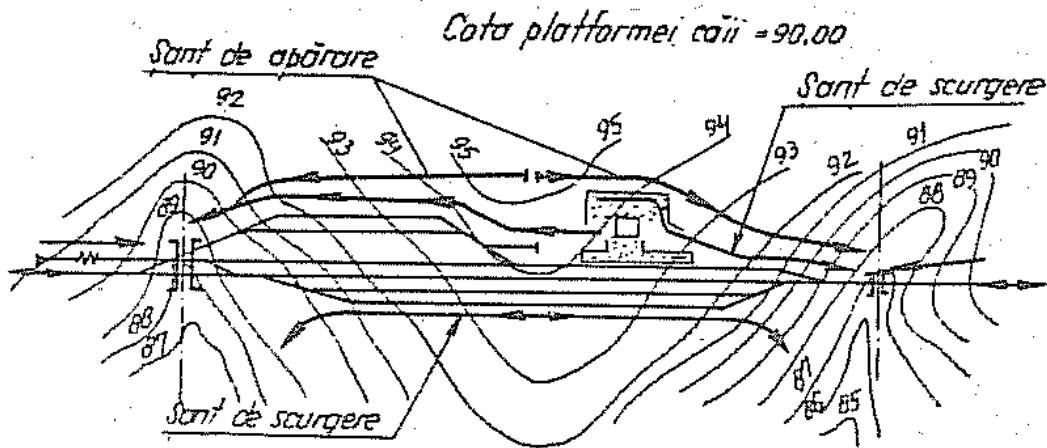


Fig.XII.59. Colectarea și evacuarea apelor care se scurg spre stație într-o stație intermediară

Colectarea și evacuarea apelor care cad în zona stației se rezolvă diferit în funcție de natura pământurilor din terasamente

În cazul pământurilor cu permeabilitate redusă, unde exist.

pericolul stagnării apei pe fața superioară a terasamentelor, această față se prelucrase cu pante de min. 2‰ în sens transversal liniilor în felul arătat în fig.XII.60. În lungul doliilor se execută colectoare longitudinale avînd înclinarea radierului de cel puțin 2‰. Din loc în loc (la distanță de circa 200 m) se prevăd cămine de vizitare din care apa este evacuată transversal liniilor spre aval cu ajutorul colectoarelor transversale, prevăzute de asemenea cu pantă în

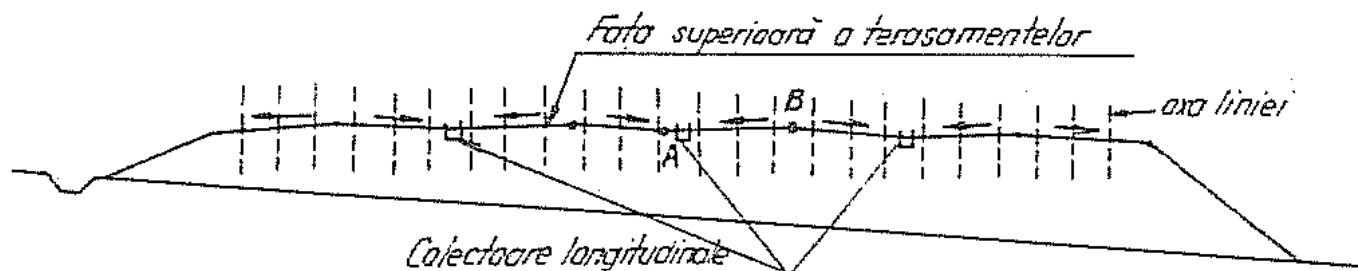


Fig.XII.60. Prelucrarea feței superioare a terasamentelor în stație

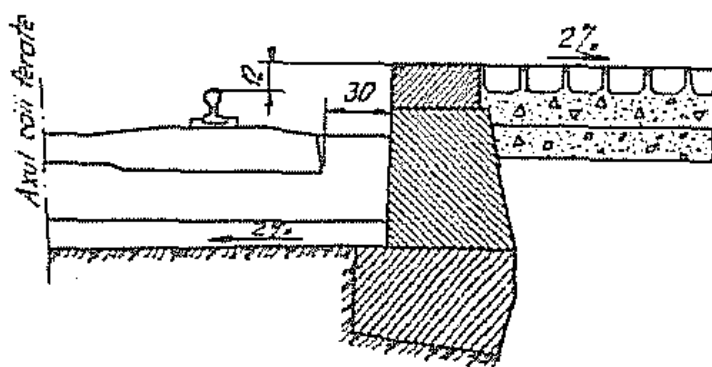
lung de cel puțin 2‰. Pe o latură a liniei frînte reprezentînd fața superioară a terasamentelor (spre exemplu porțiunea AB din fig. XII.60) pot fi prevăzute un număr de maxim 5 linii. De la un număr mai mare de linii pe o aceeași latură, grosimea stratului de repartitie devine importantă conducînd pe ansamblu la soluții mai puțin economice (economia care se realizează prin reducerea rețelei de drenuri și a volumului lucrărilor de terasamente este sub valoarea cheltuielilor suplimentare legate de fundarea la o cotă mai joasă a dispozitivului de colectoare și de înlocuirea respectivă a terasamentelor cu material drenant). Rețeaua de colectoare trebuie să fie judicios aleasă. Poziționarea colectoarelor longitudinale se face avînd în vedere existența șanțurilor de scurgere în zonele de debleu și a taluzurilor în zonele de rambleu precum și de existența suprafețelor amenajate în vecinătatea liniilor (piață de încărcare - descărcare, rampe etc); șanțurile de scurgere și taluzurile de la rambleuri - cînd sînt în apropierea liniei - sîervesc pentru colectarea apelor care se scurg de pe fața superioară a terasamentelor. Întrusît lățimea destinată pentru amplasarea liniilor variază în lungul stației (se reduce spre capetele stației, poziția colectoarelor longitudinale trebuie astfel aleasă încît modul de prelucrare a feței superioare a terasamentelor să se păstreze pe o lungime sînt mai

mare a stației (se ușurează lucrările de trasare și de prelucrarea a feței superioare a terasamentelor). Plasarea colectoarelor transversale trebuie să corespundă situației locale astfel încât cheltuielile de construcție să fie minime.

Dacă sub stratul de permeabilitate redusă urmează la adâncime mică un strat de permeabilitate mare, comparativ cu soluția care prevede execuția colectoarelor transversale urmează a se analiza și soluția cu puțuri de descărcare a apei din colectoarele longitudinale în stratul permeabil situat la adâncime mică.

În cazul terasamentelor executate din pământuri permeabile când există pericolul stagnării apei pe fața superioară a terasamentelor, fața superioară a terasamentelor se execută orizontală (nu sînt necesare pante transversale liniilor^{si} colectoare).

Indiferent de felul pământurilor din terasamente, pentru a fi evitată colmatarea prismei de balast, suprafețele amenajate din vecinătatea liniilor (peroane, piața de încărcare-descărcare, platformă pentru containere etc) vor fi prevăzute cu pante care să împiedice scurgerea apelor spre prisma de balast; în cazul cînd acest lucru nu se poate realiza atunci apa de pe aceste suprafețe urmează a fi colectată de un colector longitudinal situat între prisma de balast



și marginea sonet amenajate. În fig- Fig. XII.61. Scurgerea apelor de pe
XII.61. se arată o secțiune trans- suprafețele amenajate
versală prin piața de încărcare-descărcare (detaliu); este oprită
scurgerea apei de pe platforme amenajată prin prisma de balast.

B I B L I O G R A F I E

1. Burtan, T.,
Constantinescu D.,
Bişli, N. - Suprastructura căii ferate.
Centrul de documentare şi publicaţii
tehnice, 1965.
2. Deleanu, V. - Trasarea şi montarea aparatelor de cale.
Centrul de documentare şi publicaţii
tehnice MCF, 1967.
3. Bişli, N. - Retrasarea şi rectificarea curbilor de
cale ferată. Studiu de sinteză. Centrul
de documentare şi publicaţii tehnice.
Ministerul Căilor Ferate, 1967.
4. Frigman, M. A. - Cum lucrează calea sub trenuri. Editura
"Transport", 1963 (în limba rusă).
5. Gilbert, E. ş.a. - Solicitarea şinelor de cale ferată. In
Deutsche Eisenbahn - tehnic, vol. 9,
nr. 8, august 1961.
6. Gorinov, A. V. - Proiectarea căilor ferate.
Editura "Transport", 1972 (în l.rusă).
7. Hila, V. - Proiectarea căilor ferate.
Editura de stat didactică şi pedagogică,
Bucureşti, 1961.
8. Hila, V. - Noţiuni de cale ferată.
Institutul de construcţii. Bucureşti,
1971.
9. Hila, V. - Studiul traseelor de cale ferată.
Institutul de construcţii Bucureşti,
1972.
10. Hila, V., Rada C. - Calcule de tracţiune aplicate la proiec-
tarea şi construcţia căilor ferate. Insti-
tutul de construcţii Bucureşti, 1972.
11. Leftoreanu, D. - Trasee de cale ferată.
Editura Transporturilor, 1960.

12. Mitran, G. - Suprastructura căii. Litografia Institutului de căi ferate, 1951.
13. Mocanu, D., Burada, C., Buga, M. - Calcule de rezistență aplica
niul feroviar.
Editura Transporturilor, 1971.
14. Popa, A., Chimu, N., Neagu, A. - Traștiunea trenurilor. Editura tactică
și pedagogică. București, 1955.
15. Radu, C. - Suprastructura căii. Partea
Probleme. Institutul de construcții
București, 1972.
16. Radu, C., Ungureanu, C. - Domeniul de aplicabilitate al curbei
de racordare de cale ferată. Sesiune
de comunicări din aprilie 1971. Insti
tutului de studii și cercetări transpor
17. Radu, C. - Determinarea rigidității reazemelor
tuate sub talpa șinei la calea realizată
cu traverse de beton precomprimat. Sesiune
de comunicări din aprilie 1971. Insti
tutului de Studii și Cercetări Transpor
turi.
18. Rădulescu, M. - Calea fără joante. Editura transporturi-
lor și telecomunicațiilor, 1963.
19. Sahumianț, G. M. - Calea ferată. Editura "Transport", 1972
(în limba rusă).
20. Vasiliu, I. - Curbe de cale ferată. Editura transpor
turilor și telecomunicațiilor, 1960.

Plraj: 100 exemplare

Predat multiplicare: 01.04.1975

Corectat: autorii

Dactilografat: Heder Plus

Desenat: Casaca Virginia

Multiplicat în atelierul de reprografie
al Institutului de Construcții București